

(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
2020年4月30日(30.04.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/085129 A1

(51) 国際特許分類:
G06F 11/36 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2019/040308

(22) 国際出願日: 2019年10月11日(11.10.2019)

(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 2018-200642 2018年10月25日(25.10.2018) JP

(71) 出願人: 日本電信電話株式会社 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 切 貫 弘 之 (KIRINUKI, Hiroyuki); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 倉林 利

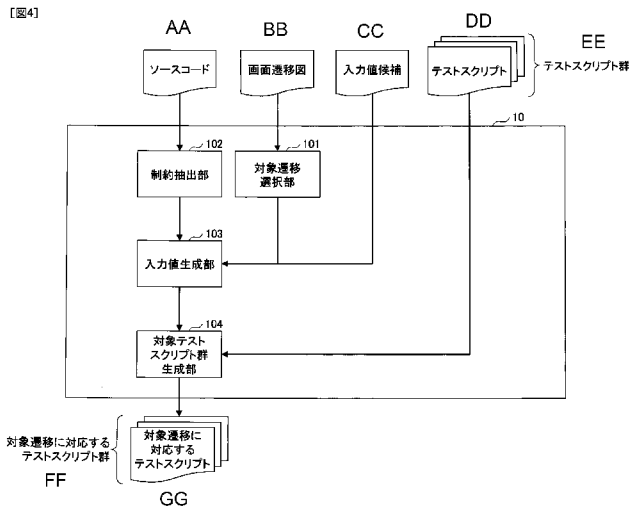
行 (KURABAYASHI, Toshiyuki); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 丹野 治門(TANNO, Haruto); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 伊東 忠重, 外(ITO, Tadashige et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目1番1号 丸の内 M Y P L A Z A (明治安田生命ビル) 16階 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,

(54) Title: TEST DATA GENERATION DEVICE, TEST DATA GENERATION METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: テストデータ生成装置、テストデータ生成方法及びプログラム



101 Subject transition selection unit
102 Constraint extraction unit
103 Input value generation unit
104 Subject test script group generation unit
AA Source code
BB Screen transition diagram
CC Input value candidate
DD Test script
EE Test script group
FF Group of test scripts corresponding to subject transition
GG Test script corresponding to subject transition

(57) Abstract: This test data generation device generates test data of a test relating to screen transitions provided by a Web application, and is characterized by including: a selection reception means for receiving a selection of one or more screen transitions, from among the screen transitions; an extraction means for using description specifications of a constraint prescribed or defined by a framework of the Web application to analyze source code of the Web application and to extract the constraint from the source code; and a generation means for using the constraint of an input form included in a transition source screen of the selected screen transition to generate a plurality of test data items which satisfy test viewpoints of an equal division and a boundary value analysis.

NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

添付公開書類：

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約：Webアプリケーションが提供する画面遷移に関するテストのテストデータを生成するテストデータ生成装置であって、前記画面遷移のうち、1以上の画面遷移の選択を受け付ける選択受付手段と、前記Webアプリケーションのフレームワークで規定又は定義されている制約の記述仕様を用いて、前記Webアプリケーションのソースコードを解析し、該ソースコードから制約を抽出する抽出手段と、前記選択された画面遷移の遷移元の画面に含まれる入力フォームの前記制約を用いて、同値分割及び境界値分析のテスト観点を満たす複数のテストデータを生成する生成手段と、を有することを特徴とする。

明 細 書

発明の名称：

テストデータ生成装置、テストデータ生成方法及びプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、テストデータ生成装置、テストデータ生成方法及びプログラムに関する。

背景技術

[0002] Webアプリケーション等のソフトウェアテストを支援する手法として、テストケース（つまり、テストに用いる入力値）を自動的に生成する手法が従来から知られている。

[0003] 例えば、テストケースを自動的に生成する手法として、シンボリック実行（Symbolic Execution）や動的シンボリック実行（Dynamic Symbolic Execution）が知られている（非特許文献1）。シンボリック実行とは、入力を記号化してプログラムを疑似的に実行することで、任意のパスを通るための入力値の条件を導出する手法である。一方で、動的シンボリック実行とは、具体的な値を用いたプログラムの実行と、シンボリック実行とを組み合わせた手法である。シンボリック実行や動的シンボリック実行では、パスを網羅するようなテストの入力値を生成することができる。

[0004] また、例えば、アプリケーションの振る舞いをモデル化し、モデルからテストの入力値を網羅的に生成する手法も知られている（非特許文献2）。この手法では、モデルを手で記述する必要があるものの、アプリケーションがモデルに従っているか否かを正確にテストすることができる。

先行技術文献

非特許文献

[0005] 非特許文献1：Koushik Sen, Darko Marinov, and Gul Agha. 2005. CUTE: a concolic unit testing engine for C. In Proceedings of the 10th European software engineering conference held jointly with 13th ACM SIGSOFT

international symposium on Foundations of software engineering (ESEC /FSE-13). ACM, New York, NY, USA, 263-272. DOI=<http://dx.doi.org/10.1145/1081706.1081750>

非特許文献2：丹野 治門，張 曉晶：“ドメインテスト技法に基づく網羅的なテストデータ自動生成手法の提案”，情報処理学会 研究報告ソフトウェア工学，vol. 2014-SE-186，no. 6，pp.1-8，2014年11月

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、上記の非特許文献 1 や非特許文献 2 に記載されている手法では、一般的な入力値に関する制約を自動的に取得することが困難であった。なお、制約とは、入力値が単独で満たすべき条件や複数の入力値間で満たすべき条件等のことである。

[0007] 例えば、シンボリック実行や動的シンボリック実行では、Web アプリケーションではデータのやり取りが複数のプログラミング言語や DB（データベース）に跨って行われることが一般的であるため、アプリケーション全体にわたる解析が困難である。また、例えば、GUI テスト等ではユーザのユースケースに沿ったテストが行われることが一般的であるが、シンボリック実行や動的シンボリック実行では入力値がパスを網羅するように生成されるため、テスト観点として不適切なテストケースが生成されてしまう場合がある。

[0008] また、例えば、アプリケーションの振る舞いをモデル化する手法では、制約を手手でモデルに記述する必要があるため、手間が掛かかると共に、制約の数が多い場合に記述自体が困難になる。

[0009] このため、制約を解いて、テストケースとして与えるべき入力値を生成することが困難であった。これに対して、自動的に制約を取得し、これらの制約から、テストケースとして与えるべき入力値を生成することができれば、テスト工数を削減することができると考えられる。

[0010] 本発明は、上記の点に鑑みてなされたもので、Web アプリケーションの

テスト工数を削減することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0011] 上記目的を達成するため、本発明の実施の形態は、Webアプリケーションが提供する画面遷移に関するテストのテストデータを生成するテストデータ生成装置であって、前記画面遷移のうち、1以上の画面遷移の選択を受け付ける選択受付手段と、前記Webアプリケーションのフレームワークで規定又は定義されている制約の記述仕様を用いて、前記Webアプリケーションのソースコードを解析し、該ソースコードから制約を抽出する抽出手段と、前記選択された画面遷移の遷移元の画面に含まれる入力フォームの前記制約を用いて、同値分割及び境界値分析のテスト観点を満たす複数のテストデータを生成する生成手段と、を有することを特徴とする。

発明の効果

[0012] Webアプリケーションのテスト工数を削減することができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]本発明の実施の形態におけるシステムの全体構成の一例を示す図である。

[図2]テストスクリプトのバリエーション生成の概略を説明するための図である。

[図3]本発明の実施の形態におけるクライアント装置のハードウェア構成の一例を示す図である。

[図4]本発明の実施の形態におけるクライアント装置の機能構成の一例を示す図である。

[図5]対象遷移に対応するテストスクリプトのバリエーション生成処理の一例を示すフローチャートである。

[図6]画面遷移の一例を示す図である。

[図7]制約の抽出処理の一例を示すフローチャートである。

[図8]入力値の生成処理の一例を示すフローチャートである。

[図9]入力フォームの一例を示す図である。

[図10]対象遷移に対応するテストスクリプト群の生成処理の一例を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。本発明の実施の形態では、一般に、Webアプリケーションのテストにおける重要なテスト観点である同値分割及び境界値分析をテストするテストスクリプトについて、そのバリエーション（つまり、テストスクリプトの実行によってテストされる入力値のバリエーション）を自動的に生成する手法について説明する。ここで、テストスクリプトとは、或るテストケースをテストするスクリプトのことであり、例えば、画面への操作命令と、この画面に含まれる入力フォームに入力又は設定される入力値とが記述されたデータのことである。なお、本発明の実施の形態では、Webアプリケーションが提供する画面間の遷移をテストする画面遷移テストを想定する。

[0015] テストスクリプトに記述された操作命令が自動実行されることで、画面操作を伴うテストが自動化される。なお、本発明の実施の形態における入力値は、Webアプリケーションのテストにおいて、入力として用いられるデータのことであるから、テストデータ等と称されても良い。

[0016] 従来では、同値分割及び境界値分析のテストケースは、例えば、Webアプリケーションの仕様を把握したユーザが時間を掛けて設計する場合が多かった。本発明の実施の形態で説明する手法を用いることで、同値分割や境界値分析をテストするテストスクリプトのバリエーションを生成することができるため、テスト（例えば、回帰テスト等）に要する工数を削減することができる。

[0017] <全体構成>

まず、本発明の実施の形態におけるシステムの全体構成について、図1を参照しながら説明する。図1は、本発明の実施の形態におけるシステムの全体構成の一例を示す図である。

[0018] 図1に示すように、本発明の実施の形態におけるシステムには、クライアント

ント装置１０と、サーバ装置２０とが含まれる。また、クライアント装置１０とサーバ装置２０とは、例えば、ＬＡＮ（Local Area Network）やインターネット等のネットワークＮを介して通信可能に接続される。

[0019] サーバ装置２０は、Ｗｅｂアプリケーションを提供するコンピュータ又はコンピュータシステムである。サーバ装置２０が提供するＷｅｂアプリケーションが、テスト対象となるソフトウェア（アプリケーション）である。

[0020] クライアント装置１０は、サーバ装置２０が提供するＷｅｂアプリケーションのテストを支援する装置である。すなわち、クライアント装置１０は、同値分割及び境界値分析をテストするテストスクリプトのバリエーションを生成する装置である。なお、クライアント装置１０としてはＰＣ（パーソナルコンピュータ）等が用いられるが、これに限られず、例えば、スマートフォンやタブレット端末等が用いられても良い。

[0021] なお、図１に示すシステムの全体構成は一例であって、他の構成であっても良い。例えば、本発明の実施の形態におけるシステムには、複数台のクライアント装置１０や複数台のサーバ装置２０が含まれていても良い。

[0022] ＜テストスクリプトのバリエーション生成の概略＞

次に、クライアント装置１０がテストスクリプトのバリエーションを生成する場合の概略について、図２を参照しながら説明する。図２は、テストスクリプトのバリエーション生成の概略を説明するための図である。

[0023] まず、クライアント装置１０は、Ｗｅｂアプリケーションのソースコードを入力として、静的解析及び動的解析を行うことで、各画面間の遷移関係を表す画面遷移図と、各画面遷移にそれぞれ対応するテストスクリプトの集合であるテストスクリプト群とを生成する。これらの画面遷移図及びテストスクリプト群は、例えば、特開２０１８－１１６４９６号公報に記載されている技術により生成することができる。本発明の実施の形態では、特開２０１８－１１６４９６号公報に記載されている技術により、上記の画面遷移図及びテストスクリプト群が生成されていることを前提として説明する。

[0024] クライアント装置１０のユーザは、テストスクリプトのバリエーションを

生成したい画面遷移（以降、「対象遷移」とも表す。）を、画面遷移図上の画面遷移の中から選択又は指定する。これにより、テストスクリプト群の中から、対象遷移に対応するテストスクリプト（以降、「対象テストスクリプト」とも表す。）が特定されると共に、対象遷移に対応する入力フォーム群が特定される。なお、対象遷移に対応する入力フォーム群とは、遷移元の画面に含まれる入力フォームの集合のことである。また、クライアント装置１０は、Ｗｅｂアプリケーションのソースコードから、入力値に関する制約を抽出して制約情報を作成する。

[0025] 次に、クライアント装置１０は、制約情報や入力値候補を用いて、入力フォーム群に対する入力値セットの集合である入力値セット群を生成する。ここで、入力値候補とは、予め準備された入力値の集合のことである。

[0026] このとき、入力値を生成することができなかった制約については、クライアント装置１０のユーザに対して、入力値の生成に関して補助を求める情報を出力する。これに対して、ユーザが入力値の入力等を行うことで、入力値セットを補完する。

[0027] そして、対象テストスクリプトに対して、入力値セット群に含まれる各入力値セットを設定することで、各入力値セットにそれぞれ対応する対象テストスクリプトを生成する。これにより、対象テストスクリプトのバリエーションとして、これらの対象テストスクリプトで構成されるテストスクリプト群（以降、「対象テストスクリプト群」とも表す。）が生成される。

[0028] ＜クライアント装置１０のハードウェア構成＞

次に、本発明の実施の形態におけるクライアント装置１０のハードウェア構成について、図３を参照しながら説明する。図３は、本発明の実施の形態におけるクライアント装置１０のハードウェア構成の一例を示す図である。

[0029] 図３に示すように、本発明の実施の形態におけるクライアント装置１０は、ハードウェアとして、入力装置１１と、表示装置１２と、ＲＡＭ（Random Access Memory）１３と、ＲＯＭ（Read Only Memory）１４と、プロセッサ１５と、外部Ｉ／Ｆ１６と、通信Ｉ／Ｆ１７と、補助記憶装置１８とを有する

。これら各ハードウェアは、それぞれがバス 19 を介して通信可能に接続されている。

[0030] 入力装置 11 は、例えばキーボードやマウス、タッチパネル等であり、ユーザが各種操作を入力するのに用いられる。表示装置 12 は、例えばディスプレイ等であり、ユーザに対して各種処理結果等を表示するのに用いられる。

[0031] RAM 13 は、プログラムやデータを一時保持する揮発性の半導体メモリである。ROM 14 は、電源を切ってもプログラムやデータを保持することができる不揮発性の半導体メモリである。プロセッサ 15 は、例えば CPU (Central Processing Unit) 等であり、ROM 14 や補助記憶装置 18 等からプログラムやデータを RAM 13 上に読み出して処理を実行する演算装置である。

[0032] 外部 I/F 16 は、外部装置とのインタフェースである。外部装置には、記録媒体 16a 等がある。記録媒体 16a としては、例えば、CD (Compact Disc)、DVD (Digital Versatile Disk)、SD メモリカード (Secure Digital memory card)、USB (Universal Serial Bus) メモリカード等が挙げられる。記録媒体 16a には、クライアント装置 10 が有する各機能を実現する 1 以上のプログラム等が記録されていても良い。

[0033] 通信 I/F 17 は、クライアント装置 10 をネットワーク N に接続するためのインタフェースである。クライアント装置 10 は、通信 I/F 17 を介して、サーバ装置 20 との間でデータ通信を行うことができる。

[0034] 補助記憶装置 18 は、例えば HDD (Hard Disk Drive) や SSD (Solid State Drive) 等の不揮発性の記憶装置である。補助記憶装置 18 には、クライアント装置 10 が有する各機能を実現する 1 以上のプログラム等が記憶されている。

[0035] 本発明の実施の形態におけるクライアント装置 10 は、図 3 に示すハードウェア構成を有することにより、後述する各種処理を実現することができる。なお、図 3 では、本発明の実施の形態におけるクライアント装置 10 が 1

台の情報処理装置（コンピュータ）で実現されている場合を示したが、これに限られない。本発明の実施の形態におけるクライアント装置１０は、複数台の情報処理装置（コンピュータ）で実現されていても良い。

[0036] <クライアント装置１０の機能構成>

次に、本発明の実施の形態におけるクライアント装置１０の機能構成について、図４を参照しながら説明する。図４は、本発明の実施の形態におけるクライアント装置１０の機能構成の一例を示す図である。

[0037] 図４に示すように、本発明の実施の形態におけるクライアント装置１０は、機能部として、対象遷移選択部１０１と、制約抽出部１０２と、入力値生成部１０３と、対象テストスクリプト群生成部１０４とを有する。これら各機能部は、クライアント装置１０にインストールされた１以上のプログラムがプロセッサ１５に実行させる処理により実現される。

[0038] 対象遷移選択部１０１は、画面遷移図上の画面遷移の中から対象遷移の選択又は指定を受け付ける。なお、対象遷移選択部１０１は、複数の対象遷移が選択又は指定された場合には、これら複数の対象遷移の選択又は指定を受け付ける。また、対象遷移が選択又は指定されることで、遷移元の画面に含まれる入力フォーム群（つまり、遷移先の画面に遷移するトリガーとなるボタンやリンク等が含まれるｆｏｒｍタグ中の入力フォーム群）が特定される。

[0039] 制約抽出部１０２は、Ｗｅｂアプリケーションのソースコードから制約を抽出して、これら抽出した制約が含まれる制約情報を作成する。なお、制約には、大きく分けて、単項目制約と相関項目制約とが存在する。単項目制約とは１つの入力値が単独で満たすべき条件を表す制約であり、相関項目制約とは複数の入力値間で満たすべき条件を表す制約のことである。単項目制約としては、例えば、「フリガナ入力欄には全角カタカナのみを入力しなければならない」といったもの等が挙げられる。また、複数項目制約としては、例えば、「開始日入力欄の日付は、終了日入力欄の日付よりも前でなければならない」といったもの等が挙げられる。

[0040] ここで、制約はソースコード中に自由に記述することができるため、一般的な入力値に関する制約を自動的に取得（抽出）すること困難である。このため、本発明の実施の形態では、Webアプリケーション開発に用いられるフレームワーク（例えば、Spring Framework、Apache Struts等）に着目する。Webアプリケーションのフレームワークでは、推奨される制約の書き方を想定し、仕組み又は機能（バリデータ（validator））として提供している場合が多い。例えば、Spring FrameworkではBean Validation APIが提供されており、Apache Strutsではvalidation.xmlが提供されている。

[0041] そこで、制約抽出部102は、ソースコードをパース（解析）して、上記の仕組み又は機能（バリデータ）を利用するための記述を制約として抽出する。

[0042] 例えば、Bean Validation APIでは、制約はアノテーションを付与することで定義される。具体的には、例えば、「文字列nameの最小の長さが1で最大の長さが20、かつ、空文字にならない」との制約は、以下のように定義される。

[0043] @NotNull

@Size(min = 1, max = 20)

Private String name;

上記の例では、「@NotNull」と「@Size(min = 1, max = 20)」とがアノテーションであり、これらのアノテーションが「name」に付与されることで上記の制約が定義されている。

[0044] このように、制約抽出部102は、ソースコードをパース（解析）して、Webアプリケーションのフレームワークが提供するバリデータで規定又は定義されている記述仕様から制約を抽出する。すなわち、制約抽出部102は、ソースコードから制約を抽出又は取得するパーサとして機能する。したがって、Webアプリケーションのフレームワークがバリデータを提供している場合には、制約抽出部102は、このフレームワークに対応するパーサとして実装すれば、どのようなフレームワークを用いて開発等されたソース

コードからでも制約を抽出することができる。

[0045] なお、フレームワークがバリデータを提供していない場合等には、開発者が独自に制約を実装することがある。この場合、制約抽出部102は、基本的に、独自に実装した制約を抽出することはできないが、例えば、独自に実装した制約も解析可能なモジュール又はプラグイン等を追加導入することで、このような独自に実装した制約も抽出することができるようになる。

[0046] 入力値生成部103は、制約情報や入力値候補を用いて、入力フォーム群に対する入力値セットの集合である入力値セット群を生成する。なお、入力値候補は、ユーザ等によって予め与えられる。

[0047] ここで、入力値生成部103は、同値分割の観点及び境界値分析の観点に基づいて、入力値セットに含まれる各入力値を生成する。

[0048] 同値分割とは、出力結果が同一となる入力値群を1つの同値クラスとすることで、その同値クラス内から1つの代表値を入力値としてテストすれば、その同値クラス内の全ての入力値はテストしたものと見做すテスト手法である。同値分割を用いることで、無限の入力値空間を有限にし、テストケース数を削減することができる。一般的にWebアプリケーションのフレームワークが提供するバリデータでは、「制約を満たす」又は「制約を満たさない」の2つのクラスに分割することができる。このとき、制約を満たす値を「INポイント」（又は、「有効同値」）、制約を満たさない値を「OUTポイント」（又は、「無効同値」）と呼ぶ。

[0049] 境界値分析とは、同値クラス間の境界付近の入力値を用いてテストするテスト手法である。これは境界値付近にバグが潜んでいる可能性が高いという経験則に基づいて手法である。境界値上の値を「ONポイント」、境界値の近傍の値を「OFFポイント」と呼ぶ。

[0050] そこで、本発明の実施の形態では、全ての同値クラスをテストした上で、全ての境界値のONポイント及びOFFポイント（境界値の前後の近傍）のテストも行うような入力値を生成するものとする。

[0051] 例えば、「 $1 < x$ かつ $x \leq 10$ 」という制約Aがあり、 x が制約Aを満た

す場合は画面 P に遷移し、 x が制約 A を満たさない場合は画面 Q に遷移するものとする。この場合、同値クラスは、画面 P に遷移するクラスと画面 Q に遷移するクラスとの 2 つである。また、境界値は $\{0, 1, 2, 9, 10, 11\}$ となる。ここでは、これら 6 つの値を全てテストすればテスト観点として十分である。

[0052] なお、上記の 6 つの値を同値分割の観点及び境界値分析の観点で整理した表を以下に示す。

[0053] [表1]

入力値	0	1	2	9	10	11
同値分割	OUT ポイント	OUT ポイント	IN ポイント	IN ポイント	IN ポイント	OUT ポイント
境界値分析	OFF ポイント	ON ポイント	OFF ポイント	OFF ポイント	ON ポイント	OFF ポイント

このように、入力値生成部 103 は、制約情報に含まれる各制約うち、入力フォームに対応する制約を参照して、同値分割の観点及び境界値分析の観点を満たす入力値（つまり、全ての同値クラスをテストした上で、全ての境界値の ON ポイント及び OFF ポイントもテストするための入力値）を生成する。

[0054] ここで、制約には、上記の「 $1 < x$ かつ $x \leq 10$ 」（つまり、線形な数値の大小関係）等のような線形な制約だけでなく、非線形な制約や正規表現を用いた制約（つまり、機械的に解くことが困難な制約）等も存在する。入力フォームに対応する制約が非線形な制約や正規表現を用いた制約である場合には、上述のように機械的に入力値を生成することは困難である。そこで、本発明の実施の形態では、入力値生成部 103 は、以下の 3 段階に分けて、入力値を生成する。

[0055] （１）機械的に入力値を生成できる制約（例えば、上記の「 $1 < x$ かつ x

≦ 10」等のような線形な制約)である場合、入力値生成部103は、同値分割の観点及び境界値分析の観点を満たす入力値を生成する。すなわち。入力値生成部103は、例えば、各同値クラスにそれぞれ含まれる入力値を1つずつ生成すると共に、これら各同値クラスの境界値のONポイント及びOFFポイントとを生成する。

[0056] (2) 上記の(1)のように機械的に入力値を生成することができない制約である場合、入力値生成部103は、入力値候補に含まれる入力値のうち、同値分割の観点及び境界値分析の観点の少なくとも一方を満たす入力値を特定し、この入力値を取得(抽出)する。

[0057] 例えば、或る入力フォームの制約が「E-mail形式、かつ、max=30」である場合、同値分割及び境界値分析の観点を満たす入力としては、「E-mail形式、かつ、29文字」、「E-mail形式、かつ、30文字」、「E-mail形式、かつ、31文字」の3つの入力値(文字列)が必要である。そこで、入力値生成部103は、これらの入力値が入力値候補に存在する場合は、これらの入力値を入力値候補から取得(抽出)する。

[0058] (3) 上記の(2)で入力値が得られなかった観点が存在する場合(すなわち、或る制約について、同値分割の観点及び境界値分析の観点の少なくとも一方の観点で入力値が得られなかった場合)、入力値生成部103は、当該制約と、当該制約で入力値が得られなかった観点とに関してユーザに補助を求める情報を出力する。

[0059] 例えば、或る制約Bで、INポイントが得られなかった場合、制約BのINポイントについてユーザに補助を求める情報を出力する。これにより、当該制約の当該観点について、ユーザによって直接入力値が入力又は指定等される。

[0060] 以上の(1)~(3)により、あらゆる制約について入力値を用意することが可能となる。すなわち、入力フォーム群に含まれる各入力フォームに対して入力値セットが生成され、入力値セット群が得られる。

[0061] 対象テストスクリプト群生成部104は、対象テストスクリプトに対して

、入力値セット群に含まれる各入力値セットを設定する（つまり、対象テストスクリプトの該当の記述に対して、入力値セットに含まれる入力値を設定する（又は埋め込む））ことで、各入力値セットにそれぞれ対応する対象テストスクリプトを生成する。これにより、対象テストスクリプト群が生成される。

[0062] なお、図4では図示を省略しているが、クライアント装置10は、Webアプリケーションのソースコードを入力して、静的解析及び動的解析を行うことで、画面遷移図及びテストスクリプト群を生成する機能部も有している。ただし、クライアント装置10は、当該機能部を有していなくても良い。この場合、クライアント装置10は、他の装置（例えば、クライアント装置10とネットワークを介して接続された装置）で生成された画面遷移図及びテストスクリプト群を取得及び入力すれば良い。

[0063] <対象遷移に対応するテストスクリプトのバリエーション生成処理>

以降では、対象遷移に対応するテストスクリプトのバリエーション（つまり、対象テストスクリプト群）を生成する処理について、図5を参照しながら説明する。図5は、対象遷移に対応するテストスクリプトのバリエーション生成処理の一例を示すフローチャートである。

[0064] まず、対象遷移選択部101は、画面遷移図上の画面遷移の中から対象遷移の選択又は指定を受け付ける（ステップS101）。ここで、画面遷移図とは、各画面間の遷移関係を表す図である。例えば、図6に示す画面遷移図は、画面Aと、画面Bと、画面Cとの間の遷移関係を表している。図6に示す例では、画面Aから画面Bへの画面遷移を「画面遷移AB」、画面Aから画面Cへの画面遷移を「画面遷移AC」、画面Cから画面Bへの画面遷移を「画面遷移CB」で表している。

[0065] ユーザは、画面遷移図上の画面遷移の中から1以上の所望の画面遷移（つまり、対象遷移）を選択又は指定する。これにより、ユーザにより選択又は指定された対象遷移が対象遷移選択部101により受け付けられる。

[0066] 次に、制約抽出部102は、Webアプリケーションのソースコードから

制約を抽出して、これら抽出した制約が含まれる制約情報を作成する（ステップS102）。このステップS102の処理（制約の抽出処理）の詳細については後述する。

[0067] 次に、入力値生成部103は、制約情報や入力値候補を用いて、入力フォーム群に対する入力値セットの集合である入力値セット群を生成する（ステップS103）。このステップS103の処理（入力値の生成処理）の詳細については後述する。

[0068] 次に、対象テストスクリプト群生成部104は、対象テストスクリプトに対して、入力値セット群に含まれる各入力値セットを設定することで、対象テストスクリプト群を生成する（ステップS104）。このステップS104の処理（対象遷移に対応するテストスクリプト群の生成処理）の詳細については後述する。

[0069] 以上により、ユーザが選択した画面遷移に対応するテストスクリプトについて、複数の入力値セットをそれぞれ設定した対象テストスクリプト群が得られる。したがって、ユーザは、対象テストスクリプト群を用いることで、同値分割の観点及び境界値分析の観点を満たす様々なバリエーションのテストを実施することができるようになる。

[0070] <制約の抽出処理>

以降では、図5のステップS102の処理（制約の抽出処理）の詳細について、図7を参照しながら説明する。図7は、制約の抽出処理の一例を示すフローチャートである。

[0071] 制約抽出部102は、Webアプリケーションのソースコードを読み込む（ステップS201）。次に、制約抽出部102は、Webアプリケーションのフレームワークが対象フレームワークであるか否かを判定する（ステップS202）。ここで、対象フレームワークとは、パーサとして機能する制約抽出部102で制約を抽出可能なフレームワークのことである。なお、対象フレームワークであるか否かは、例えば、ソースコード中の記述（例えば、「package文」等）から判定することができる。

[0072] 対象フレームワークと判定された場合（ステップS 2 0 2でYES）、制約抽出部1 0 2は、ソースコードをパース（解析）して、対象遷移に関する制約（つまり、対象遷移を行う際の判定又は検証される制約）のうち、サーバサイドの制約を抽出する（ステップS 2 0 3）。なお、サーバサイドの制約とは、サーバサイドで条件を満たしているか否かが判定（又は検証）される制約のことである。

[0073] 次に、制約抽出部1 0 2は、レンダリングされたHTML（HyperText Markup Language）を読み込む（ステップS 2 0 4）。なお、レンダリングされるHTMLは、例えば、JSP（Java（登録商標）Server Pages）やPHP等が含まれ、HTMLタグで記述されたソースコードや、サーバレットから出力されたHTML等である。

[0074] 次に、制約抽出部1 0 2は、ソースコードをパース（解析）して、対象遷移に関する制約のうち、クライアントサイドの制約を抽出する（ステップS 2 0 5）。

[0075] そして、制約抽出部1 0 2は、上記のステップS 2 0 3及びステップS 2 0 5で抽出された制約が含まれる制約情報を作成する（ステップS 2 0 6）。

[0076] 一方で、対象フレームワークと判定されなかった場合（ステップS 2 0 2でNO）、クライアント装置1 0は、対象遷移に対応するテストスクリプトのバリエーション生成処理を終了する（ステップS 2 0 7）。この場合、ソースコードから自動的に制約を抽出することができないためである。

[0077] ＜入力値の生成処理＞

以降では、図5のステップS 1 0 3の処理（入力値の生成処理）の詳細について、図8を参照しながら説明する。図8は、入力値の生成処理の一例を示すフローチャートである。

[0078] 入力値生成部1 0 3は、上記のステップS 2 0 4でレンダリングされたHTMLに定義されたformタグ中の各入力フォーム（つまり、入力フォーム群に含まれる各入力フォーム）に対して、ステップS 3 0 1～ステップS

308の処理を実行する。ここで、上記のステップS204でレンダリングされたHTML（つまり、画面）が図9に示すようなものである場合、formタグ中の入力フォームは、「入力フォーム1」、「入力フォーム2」、「入力フォーム3」となる。したがって、この場合、「入力フォーム1」、「入力フォーム2」及び「入力フォーム3」に対して、ステップS301～ステップS308の処理がそれぞれ実行される。以降では、簡単のため、或る1つの入力フォームを固定して、ステップS301～ステップS308の処理を説明する。

[0079] 入力値生成部103は、制約情報に含まれる制約のうち、該当の入力フォームの制約を参照し（ステップS302）、当該制約が線形な数値の大小関係であるか否かを判定する（ステップS303）。

[0080] 当該制約が線形な数値の大小関係である場合（ステップS303でYES）、入力値生成部103は、同値分割の観点及び境界値分析の観点を満たす入力値を生成する（ステップS304）。これにより、当該入力フォームの制約について、同値分割の観点及び境界値分析の観点を満たす複数の入力値が生成される。

[0081] 一方で、当該制約が線形な数値の大小関係でない場合（ステップS303でNO）、入力値生成部103は、同値分割の観点及び境界値分析の観点の少なくとも一方を満たす1以上の入力値を入力値候補から特定する（ステップS305）。なお、この場合、当該制約は、例えば、非線形な制約や正規表現を用いた制約である。

[0082] 次に、入力値生成部103は、上記のステップS305で入力値が特定されたか否かを判定する（ステップS306）。

[0083] 上記のステップS305で入力値が特定された場合（ステップS306でYES）、入力値生成部103は、特定された1以上の入力値を入力値候補から取得（抽出）する（ステップS307）。これにより、当該入力フォームの制約について、当該1以上の入力値が、上記のステップS305で満たすと特定された観点の入力値となる。

[0084] 一方で、上記のステップS 3 0 5で入力値が特定されなかった場合（ステップS 3 0 6でN O）、クライアント装置1 0は、ステップS 3 0 8に進む。この場合、当該入力フォームの制約については、ユーザによって入力又は指定等されることによってのみ入力値が得られる。

[0085] 入力値生成部1 0 3は、入力値が得られなかった観点に関して補助を求める情報をユーザに対して出力する（ステップS 3 0 9）。ここで、当該情報としては、例えば、入力値が得られなかった観点が存在する入力フォーム及びその制約と、当該観点とが含まれる情報とすれば良い。なお、当該情報の出力先としては、例えば、表示装置1 2等とすれば良い。

[0086] 次に、入力値生成部1 0 3は、上記のステップS 3 0 9で出力した情報に応じて当該ユーザが入力等された1 以上の入力値の入力を受け付ける（ステップS 3 1 0）。これにより、一部又は全ての観点について入力値が得られなかった制約についてもユーザ入力により入力値が補完される。すなわち、これにより、入力フォーム群に含まれる各入力フォームに対して入力値セットが生成され、これらの入力値セットの集合である入力値セット群が得られる。ここで、入力値セットは、入力フォーム群に含まれる各入力フォームのそれぞれに対する入力値の集合である。したがって、入力値セット群は、入力値セットのバリエーションである。

[0087] なお、上記のステップS 3 0 1～ステップS 3 0 8の処理において、全ての入力フォームの制約について、同値分割及び境界値分析の全ての観点で入力値が得られた場合、上記のステップS 3 0 9～ステップS 3 1 0の処理は実行されなくても良い。

[0088] <対象遷移に対応するテストスクリプト群の生成処理>

以降では、図5のステップS 1 0 4の処理（対象遷移に対応するテストスクリプト群の生成処理）の詳細について、図1 0を参照しながら説明する。図1 0は、対象遷移に対応するテストスクリプト群の生成処理の一例を示すフローチャートである。

[0089] 対象テストスクリプト群生成部1 0 4は、テストスクリプト群のうち、対

象遷移に対応するテストスクリプト（つまり、対象テストスクリプト）を取得する（ステップS401）。なお、上述したように、特開2018-116496号公報に記載されている技術により生成された画面遷移図及びテストスクリプト群では画面遷移図上の各画面遷移とテストスクリプト群に含まれる各テストスクリプトとが対応しているため、対象遷移が選択又は指定されることで、当該対象遷移に対応するテストスクリプト（つまり、対象テストスクリプト）を特定及び取得することができる。

[0090] 対象テストスクリプト群生成部104は、図8の入力値の生成処理で生成された入力値セット群に含まれる各入力値セットに対して、ステップS402～ステップS406の処理を実行する。以降では、簡単のため、或る1つの入力値セットを固定して、ステップS402～ステップS405の処理を説明する。

[0091] 対象テストスクリプト群生成部104は、図7のステップS204でレンダリングされたHTMLのformタグ中の入力フォームのうち、対象遷移に関わるformタグ中の入力フォームを特定する（ステップS403）。

[0092] 次に、対象テストスクリプト群生成部104は、上記のステップS403で特定した入力フォームのそれぞれに対する入力値を、入力値セット群に含まれる入力値のうちの該当の入力値とした対象テストスクリプトを生成する（ステップS404）。これにより、1つの対象テストスクリプトが生成される。したがって、全ての入力値セットに対してステップS402～ステップS405の処理が実行されることで、対象テストスクリプト群が生成される。

[0093] <まとめ>

以上のように、本発明の実施の形態におけるクライアント装置10では、Webアプリケーションのテストにおける重要なテスト観点である同値分割及び境界値分析それぞれの観点を満たす入力値のバリエーションを自動的に生成する。また、このとき、本発明の実施の形態におけるクライアント装置10は、入力フォームの制約が線形な制約である場合には自動的に入力値を

生成し、非線形な制約や正規表現を用いた制約である場合には入力値候補からの入力値の取得を試みる。そして、或る入力フォームについて入力値が得られなかった観点が存在する場合に、ユーザに対して、当該入力フォームに対する入力値の入力を依頼する。これにより、本発明の実施の形態によれば、ユーザが入力値を作成等する工数を大幅に削減させつつ、同値分割及び境界値分析の観点を満たす入力値のバリエーションを得ることができる。

[0094] また、本発明の実施の形態におけるクライアント装置10では、上記のように得られた入力値のバリエーションを用いて、テストスクリプトのバリエーションを作成する。これにより、バリエーションとして得られたテストスクリプトを実行することで、Webアプリケーションのバリエーションテストを容易に実行することができるようになる。

[0095] 本発明は、具体的に開示された上記の実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲から逸脱することなく、種々の変形や変更が可能である。

符号の説明

[0096]	10	クライアント装置
	20	サーバ装置
	101	対象遷移選択部
	102	制約抽出部
	103	入力値生成部
	104	対象テストスクリプト群生成部

請求の範囲

- [請求項1] Webアプリケーションが提供する画面遷移に関するテストのテストデータを生成するテストデータ生成装置であって、
- 前記画面遷移のうち、1以上の画面遷移の選択を受け付ける選択受付手段と、
- 前記Webアプリケーションのフレームワークで規定又は定義されている制約の記述仕様を用いて、前記Webアプリケーションのソースコードを解析し、該ソースコードから制約を抽出する抽出手段と、
- 前記選択された画面遷移の遷移元の画面に含まれる入力フォームの前記制約を用いて、同値分割及び境界値分析のテスト観点を満たす複数のテストデータを生成する生成手段と、
- を有することを特徴とするテストデータ生成装置。
- [請求項2] 前記制約は、線形な制約、非線形な制約又は正規表現を用いた制約のいずれかであり、
- 前記生成手段は、
- 前記制約が線形な制約である場合、前記同値分割及び境界値分析のテスト観点を満たす複数のテストデータを生成し、
- 前記制約が非線形な制約又は正規表現を用いた制約である場合、予め与えられたテストデータ候補集合の中から前記同値分割及び境界値分析のテスト観点を満たす1以上のテストデータを取得し、
- 前記同値分割及び境界値分析のテスト観点を満たす1以上のテストデータが取得できなかった場合、ユーザに対してテストデータの入力又は指定を依頼するための情報を出力する、ことを特徴とする請求項1に記載のテストデータ生成装置。
- [請求項3] 前記画面遷移に関するテストを実行するテストスクリプトに対して、前記生成手段により生成された複数のテストデータをそれぞれ設定して、該複数のテストデータのそれぞれが設定された複数のテストスクリプトを生成するスクリプト生成手段を有することを特徴とする請

求項 1 又は 2 に記載のテストデータ生成装置。

[請求項4]

前記抽出手段は、

前記W e b アプリケーションの開発元が独自に規定又は定義した制約の記述仕様を用いて、前記W e b アプリケーションのソースコードを解析し、該ソースコードから制約を抽出する、ことを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか一項に記載のテストデータ生成装置。

[請求項5]

W e b アプリケーションが提供する画面遷移に関するテストのテストデータを生成するテストデータ生成装置が、

前記画面遷移のうち、1 以上の画面遷移の選択を受け付ける選択受付手順と、

前記W e b アプリケーションのフレームワークで規定又は定義されている制約の記述仕様を用いて、前記W e b アプリケーションのソースコードを解析し、該ソースコードから制約を抽出する抽出手順と、

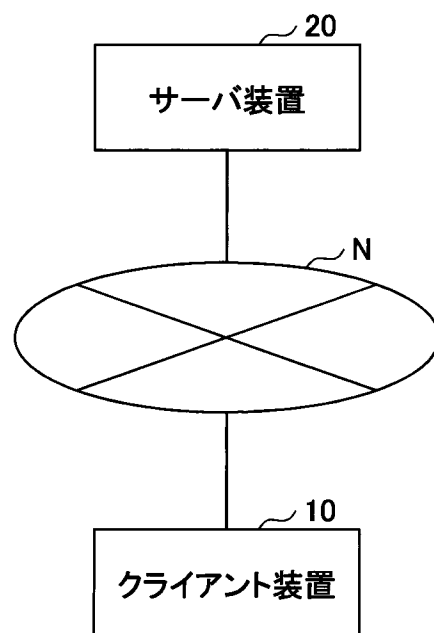
前記選択された画面遷移の遷移元の画面に含まれる入力フォームの前記制約を用いて、同値分割及び境界値分析のテスト観点を満たす複数のテストデータを生成する生成手順と、

を実行することを特徴とするテストデータ生成方法。

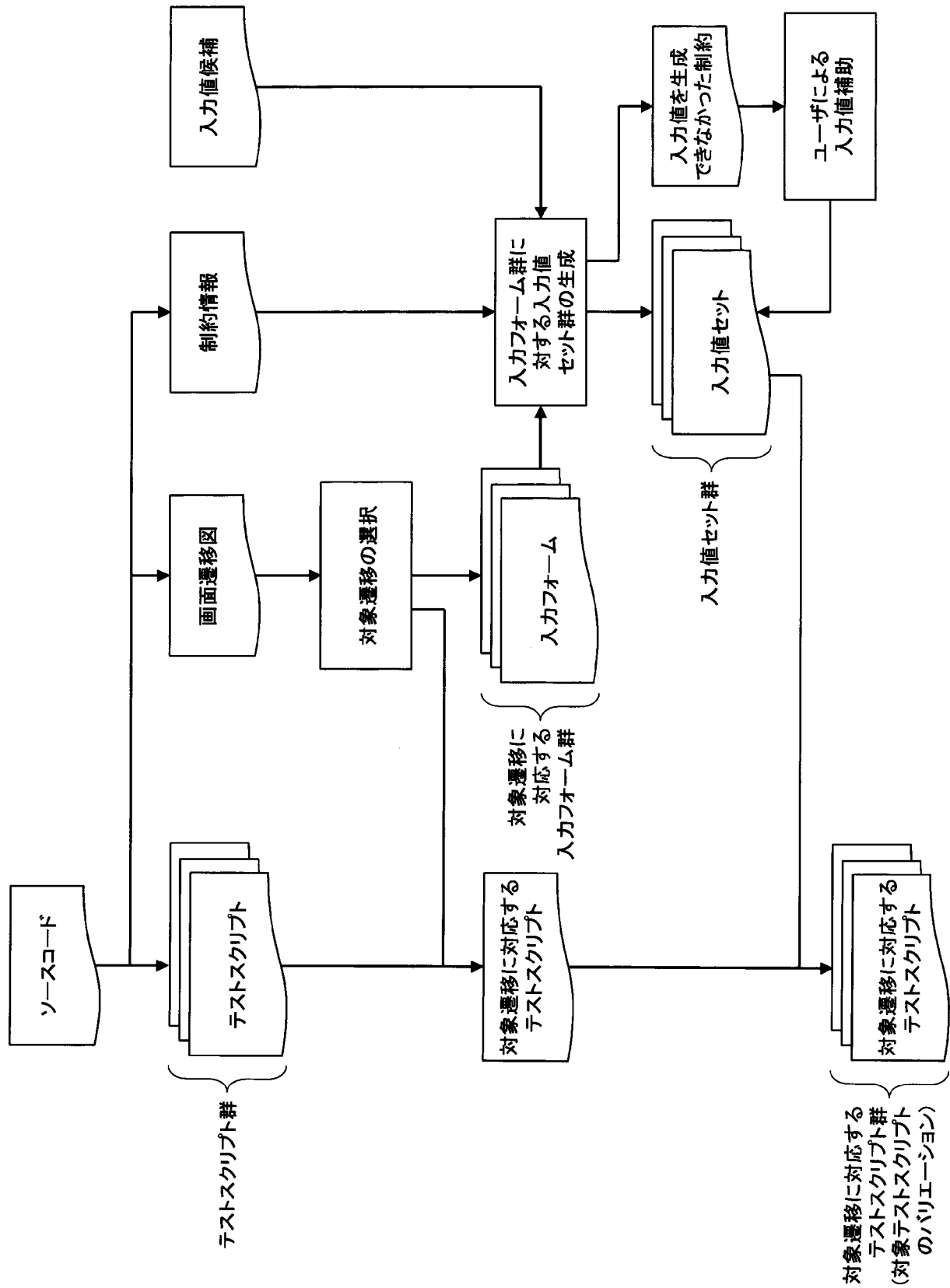
[請求項6]

コンピュータを、請求項 1 乃至 4 の何れか一項に記載のテストデータ生成装置における各手段として機能させるためのプログラム。

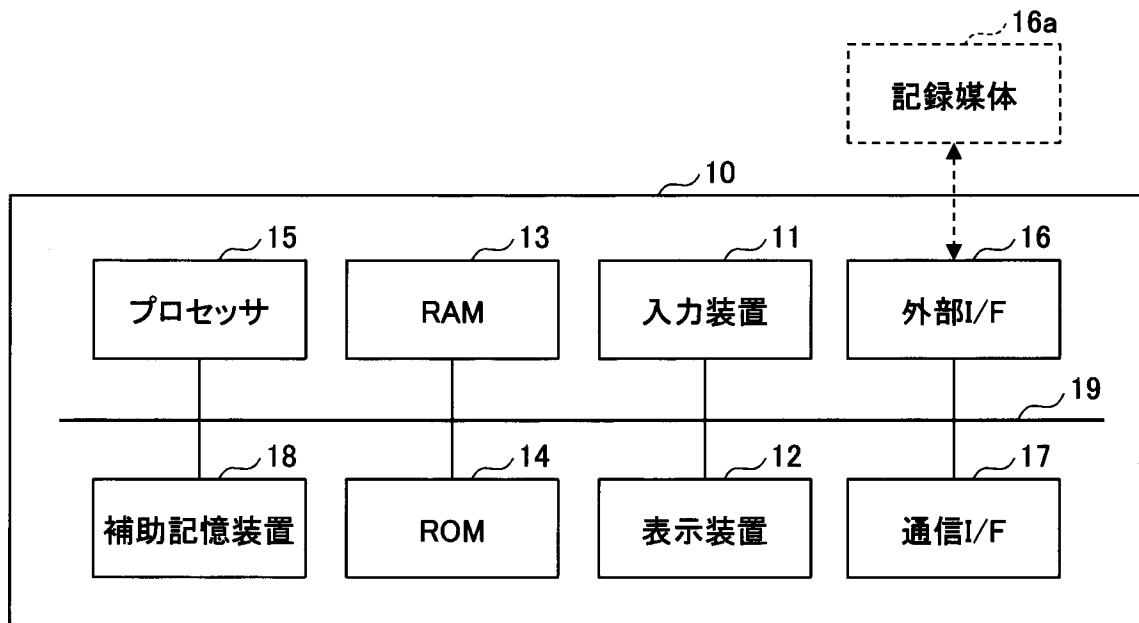
[図1]



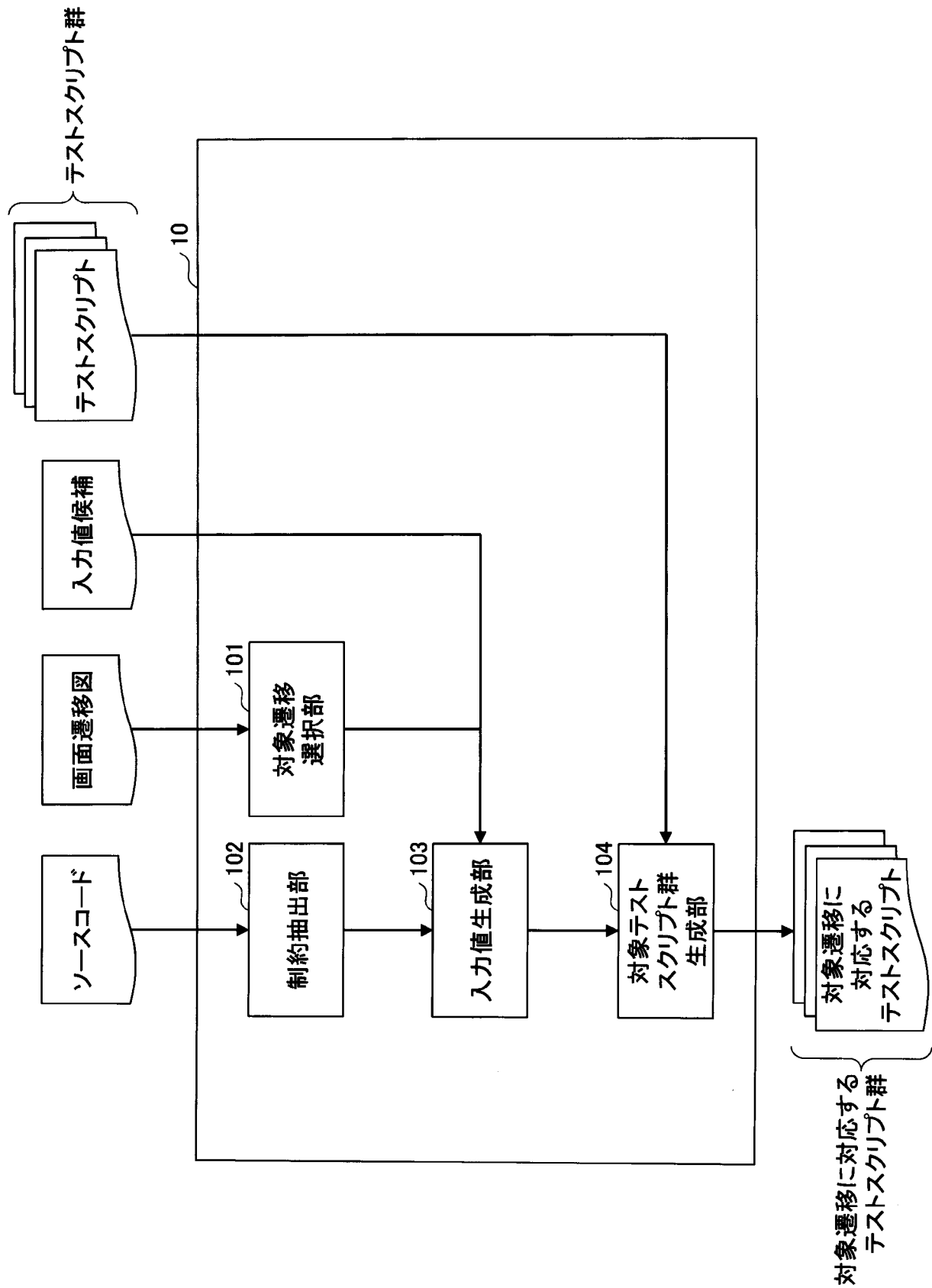
[図2]



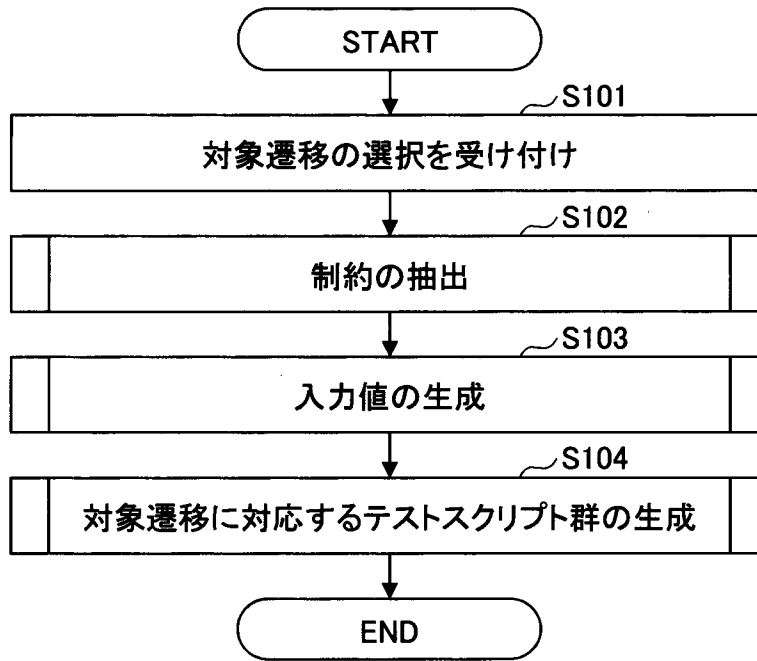
[図3]



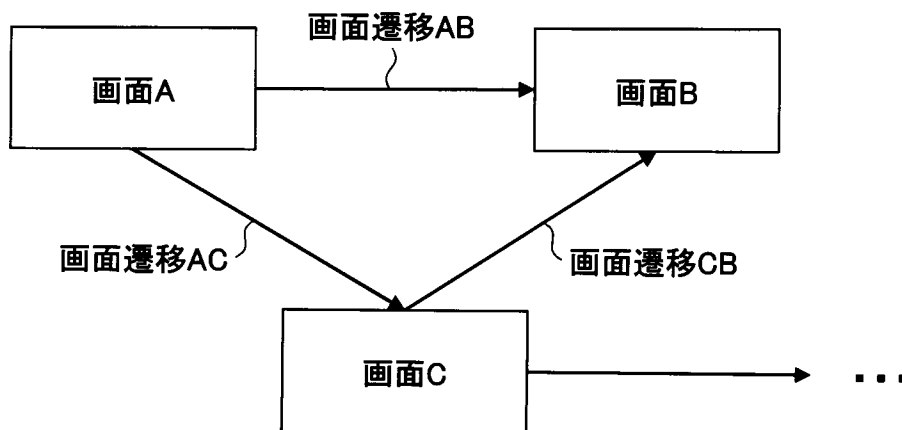
[図4]



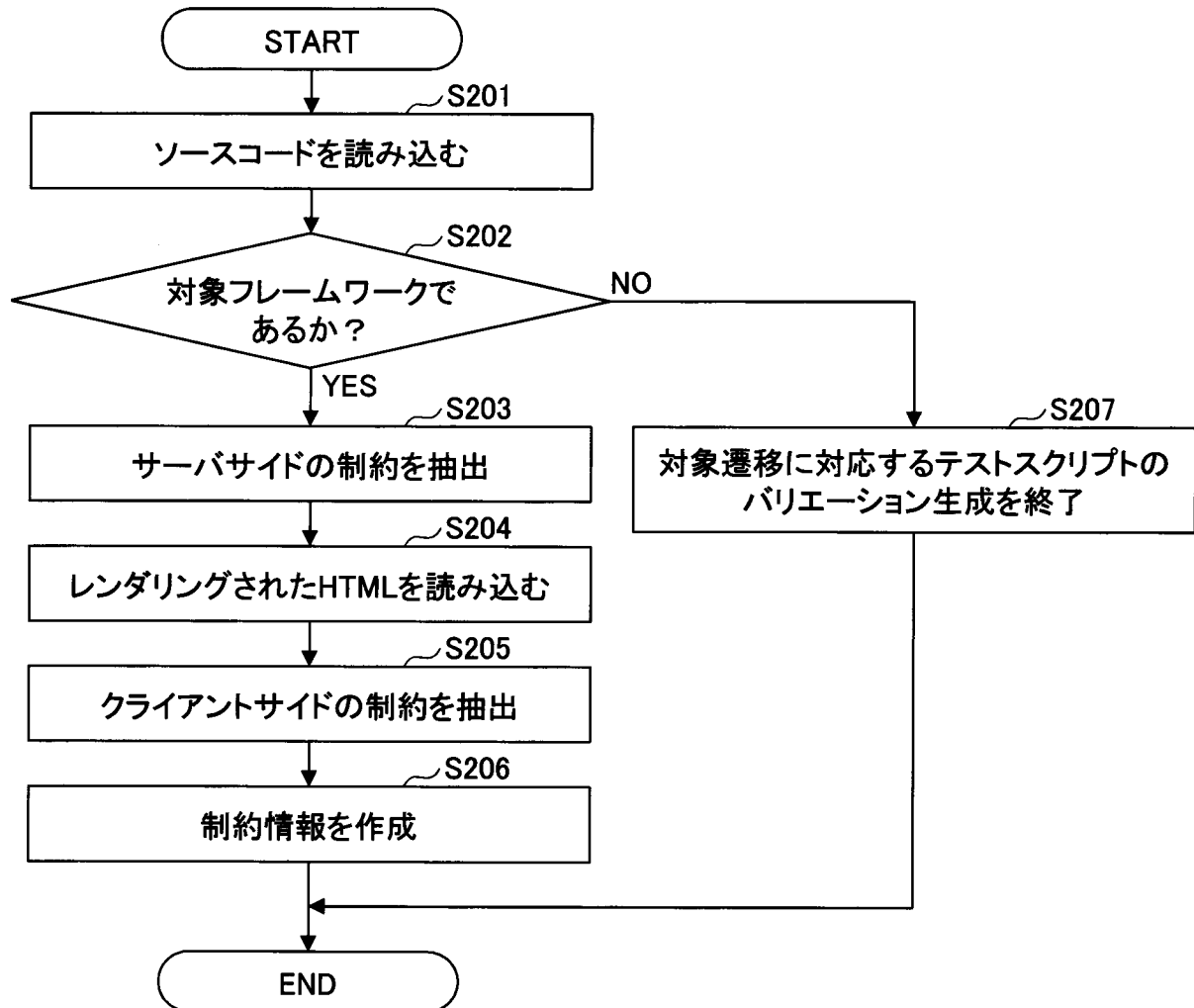
[図5]



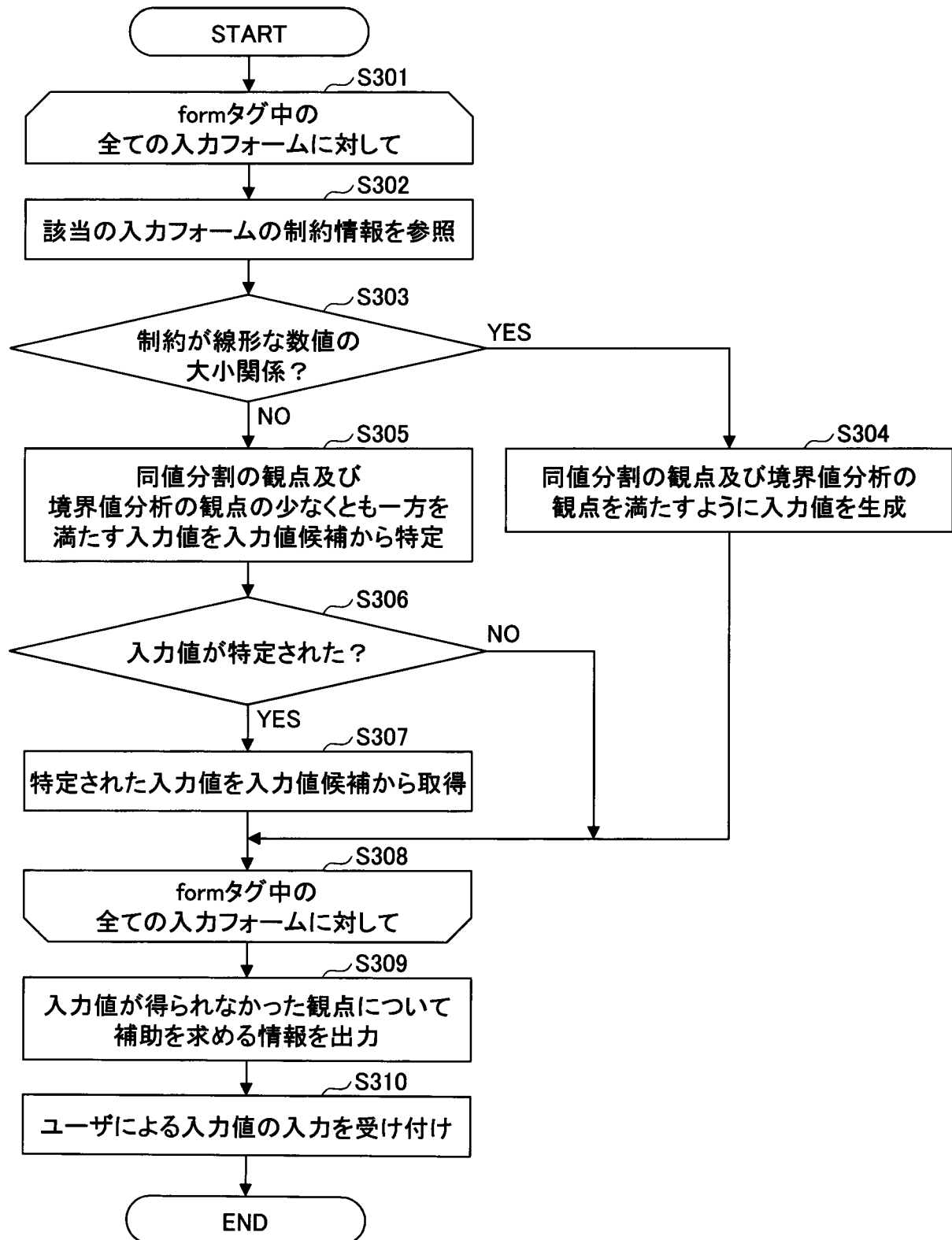
[図6]



[図7]



[図8]



[図9]

ユーザ登録

姓

入力フォーム1

名

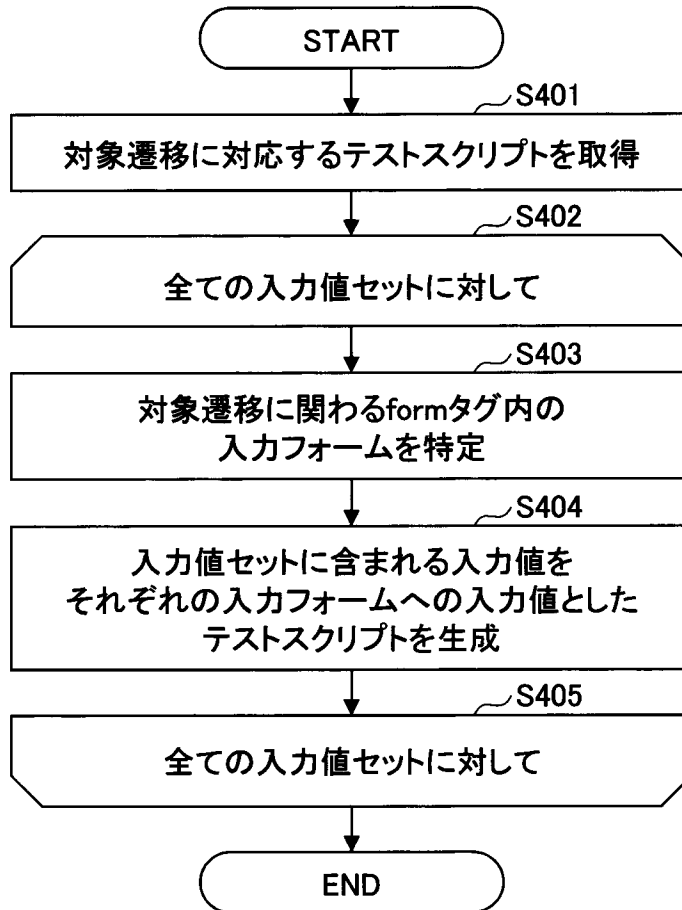
入力フォーム2

メールアドレス

入力フォーム3

登録

[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/040308

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G06F11/36 (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)

Int.Cl. G06F11/36

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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.
Y A	JP 2003-44318 A (FUJITSU LTD.) 14 February 2003, paragraphs [0031]-[0087], fig. 1-4 & US 2004/0205570 A1, paragraphs [0054]-[0120], fig. 1-4	1, 3-6 2
Y A	JP 2012-133721 A (INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION) 12 July 2012, paragraphs [0021], [0032] & US 2012/0167059 A1, paragraphs [0035]-[0039], [0059]-[0062]	1, 3-6 2
Y A	WO 2017/145300 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 31 August 2017, paragraph [0032], fig. 14 & US 2019/0018765 A1, paragraph [0088], fig. 14 & CN 108701074 A	1, 3-6 2



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

"I" 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
17 December 2019 (17.12.2019)

Date of mailing of the international search report
07 January 2020 (07.01.2020)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/040308

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2018-116497 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORP.) 26 July 2018, paragraphs [0015]-[0017] (Family: none)	3-4, 6 2

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G06F11/36(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. G06F11/36

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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
Y A	JP 2003-44318 A（富士通株式会社）2003.02.14, 段落[0031]－[0087], [図1]－[図4] & US 2004/0205570 A1, 段落[0054]－[0120], FIG.1－FIG.4	1, 3-6 2
Y A	JP 2012-133721 A（インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレー ション）2012.07.12, 段落[0021], [0032] & US 2012/0167059 A1, 段落[0035]－[0039], [0059]－[0062]	1, 3-6 2
Y A	WO 2017/145300 A1（三菱電機株式会社）2017.08.31, 段落[0032], [図14] & US 2019/0018765 A1, 段落[0088], Fig.14 & CN 108701074 A	1, 3-6 2

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

17.12.2019

国際調査報告の発送日

07.01.2020

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

井上 宏一

5 B

4177

電話番号 03-3581-1101 内線 3544

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 2018-116497 A (日本電信電話株式会社) 2018. 07. 26, 段落[0015]－[0017] (ファミリーなし)	3-4, 6 2