

(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
2025年2月27日(27.02.2025)



(10) 国際公開番号

WO 2025/041235 A1

(51) 国際特許分類:
G16H 20/00 (2018.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/030048

(22) 国際出願日: 2023年8月21日(21.08.2023)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(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: 佐野 大河(SANO, Taiga); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 宮島 麻美

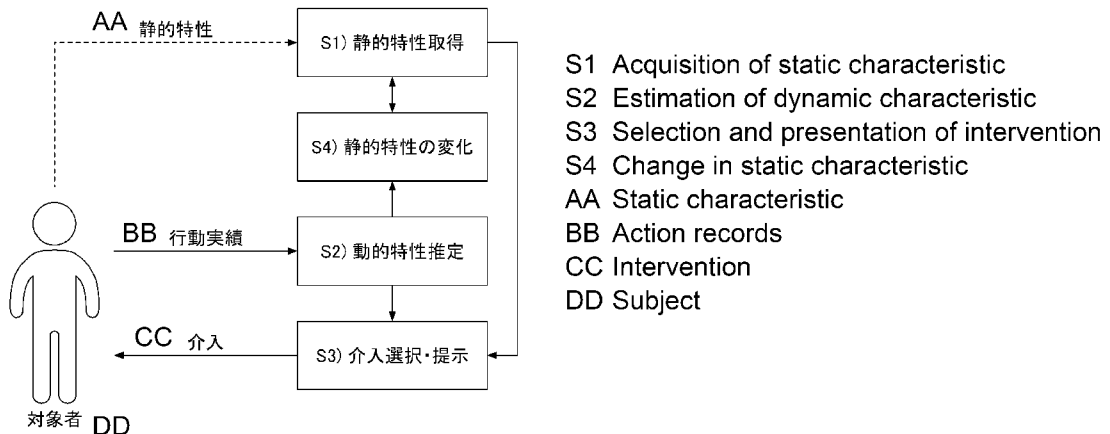
(MIYAJIMA, Asami); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 佐藤 妙(SATO, Tae); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 石樽 康雄 (ISHIGURE, Yasuo); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 藤村 香央里(FUJIMURA, Kaori); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP).

(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).

(54) Title: OPTIMAL INTERVENTION PRESENTATION DEVICE, OPTIMAL INTERVENTION PRESENTATION METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 最適介入提示装置、最適介入提示方法、及びプログラム

[図2]



(57) Abstract: An optimal intervention presentation device according to one aspect of the present disclosure comprises: a static characteristic acquisition unit that acquires static characteristic information representing a static characteristic that is a personal characteristic having a low frequency of occurrence of a change among personal characteristics of a user; a dynamic characteristic estimation unit that, by using information on action records of the user, estimates dynamic characteristic information representing a dynamic characteristic that is a personal characteristic having a high frequency of occurrence of a change compared to the static characteristic among the personal characteristics; an intervention effect prediction unit that, by using the static characteristic information and the dynamic characteristic information, predicts an intervention effect representing an effect expected when and whenever a predetermined intervention is presented to the user; a selection unit that selects an intervention with the highest intervention effect as an optimal intervention; and an intervention presentation unit that presents the optimal intervention to the user.

(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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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: 本開示の一態様による最適介入提示装置は、ユーザの個人特性の中で変化が生じる頻度が低い個人特性である静的特性を表す静的特性情報を取得する静的特性取得部と、前記ユーザの行動実績に関する情報を用いて、前記個人特性の中で前記静的特性と比較して変化が生じる頻度が高い個人特性である動的特性を表す動的特性情報を推定する動的特性推定部と、前記静的特性情報と前記動的特性情報とを用いて、予め決められた介入毎に、前記ユーザに対して前記介入を提示したときに期待される効果を表す介入効果を予測する介入効果予測部と、前記介入効果が最も高くなる介入を最適介入として選択する選択部と、前記最適介入を前記ユーザに提示する介入提示部と、を有する。

明 細 書

発明の名称：

最適介入提示装置、最適介入提示方法、及びプログラム

技術分野

[0001] 本開示は、最適介入提示装置、最適介入提示方法、及びプログラムに関する。

背景技術

[0002] ユーザに対して何等かの介入を提示することにより、そのユーザの行動変容を支援する技術が従来から知られている（例えば、非特許文献1、非特許文献2、特許文献1等）。これらの技術では、介入の対象となるユーザ（以下、対象者ともいう。）の行動変容実現のために、対象者毎に適切な介入を選択及び提示することが重要となる。一方で、対象者毎に適切な介入を選択するには、その対象者の行動実績等の目標に直接関係する情報のみならず、その対象者の個人特性（例えば、家庭環境や生活環境等の社会的特性、行動変容へのモチベーション等といった心理的特性等）に関する情報も必要になる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2021-86282号公報

非特許文献

[0004] 非特許文献1：あすけん | あすけんダイエット - 栄養士が無料であなたのダイエットをサポート, インターネット<URL: <https://www.asken.jp/>>
非特許文献2：Chernozhukov, Victor, et al. "Double/debiased machine learning for treatment and structural parameters." (2018): C1-C68.

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、対象者の個人特性には、頻繁に変化し得る個人特性（例えば、行動変容へのモチベーション等の心理的特性等）も存在する。このため、適切な介入を選択するために、個人特性の変化をその都度ユーザに入力させる場合、ユーザへの負荷が大きいという問題が生じる。

[0006] 本開示は、上記の点に鑑みてなされたもので、最適な介入をユーザに提示するために要するユーザ負荷を削減できる技術を提供する。

課題を解決するための手段

[0007] 本開示の一態様による最適介入提示装置は、ユーザの個人特性の中で変化が生じる頻度が低い個人特性である静的特性を表す静的特性情報を取得する静的特性取得部と、前記ユーザの行動実績に関する情報を用いて、前記個人特性の中で前記静的特性と比較して変化が生じる頻度が高い個人特性である動的特性を表す動的特性情報を推定する動的特性推定部と、前記静的特性情報と前記動的特性情報とを用いて、予め決められた介入毎に、前記ユーザに対して前記介入を提示したときに期待される効果を表す介入効果を予測する介入効果予測部と、前記介入効果が最も高くなる介入を最適介入として選択する選択部と、前記最適介入を前記ユーザに提示する介入提示部と、を有する。

発明の効果

[0008] 最適な介入をユーザに提示するために要するユーザ負荷を削減できる技術が提供される。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]行動変容における因果関係の一例を示す図である。

[図2]静的特性及び動的特性を利用した介入提示の一例を示す図である。

[図3]本実施形態に係る行動変容支援システムの全体構成の一例を示す図である。

[図4]本実施形態に係る最適介入提示装置のハードウェア構成の一例を示す図である。

[図5]本実施形態に係る最適介入提示装置の機能構成の一例を示す図である。

[図6]本実施形態に係る最適介入提示処理の一例を示すフローチャートである。

[図7]動的特性推定の一例を示す図である。

[図8]動的特性の変化による行動実績への影響の一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、本発明の一実施形態について説明する。

[0011] <行動変容における因果関係>

まず、以下の実施形態で前提とする行動変容における因果関係について、図1を参照しながら説明する。図1は、行動変容における因果関係の一例を示す図である。

[0012] 対象者に提示する介入を選択する際には、その対象者の個人特性を考慮して最適な介入を選択する必要がある(図1の(1))。ここで、最適な介入とは、行動変容の目的に応じて、その目的に沿った或る所定の目標を達成するために最も効果的な行動実績が期待できる介入のことである。行動変容の目的の具体例としては、「健康増進」、「ダイエット」、「志望校合格」等が挙げられる。目標の具体例としては、行動変容の目的が「健康増進」や「ダイエット」である場合は「体重70kg」、行動変容の目的が「志望校合格」である場合は「A大学合格」等が挙げられる。また、行動変容の具体例としては、その目的が「健康増進」や「ダイエット」である場合は「歩くこと」や「健康的な食事を採ること」、その目的が「志望校合格」である場合は「勉強すること」等が挙げられる。一方で、個人特性としては、例えば、家庭環境や生活環境等の社会的特性、行動変容へのモチベーション等といった心理的特性等が挙げられる。その他にも、職業、性格、健康診断の結果、模試の成績等も個人特性に挙げられる。ただし、最適な介入を選択する際に、どのような個人特性を考慮するかは行動変容の目的によって異なる。

[0013] 対象者に対して介入が提示された場合、その介入によって行動実績に変化が生じ得る(図1の(2))。例えば、行動変容の目的が「健康増進」である場合、「今日も健康のために歩きましょう！」等といったメッセージを送

信する介入によってユーザの歩数といった行動実績に変化が生じ、歩数が増加し得る。

[0014] 一方で、個人特性は対象者の環境の変化や時間の経過等といった様々な要因によって変化し、この変化によって行動実績にも変化が生じ得る（図1の（3））。例えば、行動変容の目的が「健康増進」である場合、対象者の勤務形態が「職場勤務」から「在宅勤務」に変化すると、ユーザの歩数といった行動実績にも変化が生じ、歩数が減少し得る。同様に、例えば、時間の経過により対象者のモチベーションが低下すると、歩数が減少し得るし、逆にモチベーションが向上すると、歩数が増加し得る。

[0015] このように、対象者の行動実績は、その対象者に対する介入と個人特性の変化によって変化し得る。また、最適な介入を選択する際には、対象者の個人特性を考慮する必要がある。一方で、個人特性は対象者の環境の変化や時間経過等といった様々な要因によって変化し得るため、最適な介入を選択するためには、個人特性の変化をユーザに入力等してもらう必要があるが、例えば、モチベーションの変化等といった頻繁に変化し得る個人特性も存在する。このため、個人特性の変化をその都度ユーザに入力させる場合、ユーザへの負荷が大きくなる。

[0016] <提案手法>

以下、最適な介入をユーザに提示するために要するユーザ負荷を削減できる手法（以下、提案手法ともいう。）を提案する。本提案手法では、個人特性の変化をユーザ（対象者）に入力等してもらうことによるユーザ負荷を削減するため、個人特性を「静的特性」と「動的特性」の2つに分類する。ここで、静的特性とは、変化が生じる頻度が低い個人特性のことである。一方で、動的特性とは、静的特性以外の個人特性のことであり、変化が生じる頻度が比較的高い個人特性のことである。静的特性の具体例としては、家庭環境や生活環境等の社会的特性、職業、性格、健康診断の結果、模試の成績等が挙げられる。一方で、動的特性の具体例としては、行動変容へのモチベーション等といった心理的特性、対象者の予定（スケジュール）等が挙げられ

る。

[0017] 静的特性及び動的特性を利用した介入提示について、図2を参照しながら説明する。図2は、静的特性及び動的特性を利用した介入提示の一例を示す図である。

[0018] まず、本提案手法では、対象者の静的特性が取得される（S1）。次に、本提案手法では、予め決められた時刻t毎に、対象者の行動実績から動的特性を推定（S2）した上で、静的特性と動的特性を考慮して最適な介入を選択し、対象者に提示する（S3）。このとき、本提案手法では、以下の式（1）により最適な介入を選択する。

[0019] [数1]

$$I = \operatorname{argmax}_{I_n \in L} (E(R_{it} | o_i^s, o_i^d, do(I = I_n)) - E(R_{it} | o_i^s, o_i^d, do(I \neq I_n))) \quad \text{式(1)}$$

ここで、Iは最適な介入、 $L = \{I_1, \dots, I_N\}$ は介入集合、Nは介入の総数、 I_n ($1 \leq n \leq N$)はn番目の介入、iは対象者を一意に識別するインデックス、 R_{it} は対象者iの時刻tにおける行動実績である。 o_i^s は対象者iの静的特性に関する情報（以下、静的特性情報ともいう。）を表すベクトル形式のデータ、 o_i^d は対象者iの動的特性に関する情報（以下、動的特性情報ともいう。）を表すベクトル形式のデータである。また、 $do(I = I_n)$ は介入 I_n を提示すること、 $do(I \neq I_n)$ は介入 I_n を提示しないことをそれぞれ表し、Eは条件付き期待値である。上記の式（1）は、静的特性情報 o_i^s 及び動的特性情報 o_i^d が与えられたときに、介入 I_n を対象者iに提示したときの行動実績 R_{it} の期待値と、介入 I_n を対象者iに提示しないとき（つまり、介入 I_n 以外の介入を対象者iに提示したとき）の行動実績 R_{it} の期待値との差が最大となる介入 I_n を最適な介入Iとして選択することを意味している。

[0020] また、本提案手法では、最適な介入を対象者に提示したときの介入効果（つまり、その介入によって期待される行動実績）を予測し、介入効果の予測

と実際の行動実績との乖離から静的特性の変化を検知する（S4）。そして、本提案手法では、静的特性の変化が検知された場合、対象者の静的特性が再度取得される。

[0021] これにより、本提案手法では、動的特性の変化をユーザ（対象者）に入力等させる必要がなくなり、ユーザ負荷を削減することができる。また、本提案手法では、静的特性の変化が検知された場合にはその変化をユーザ（対象者）に入力等してもらうため、より適切な介入の選択が可能となる。すなわち、本提案手法では、高頻度で変化し得る動的特性に関しては行動実績から推定することによってユーザからの取得を不要とし、低頻度で変化し得る静的特性に関してはその変化が検知された場合のみユーザから取得することとしている。このため、ユーザ負荷の削減に加えて、静的特性の変化によって適切でない介入が選択されてしまう事態も抑止できる。

[0022] なお、最適な介入を選択する際に、上記の式（1）の代わりに、以下の式（2）により最適な介入が選択されてもよい。

[0023] [数2]

$$I = \underset{I_n \in L}{\operatorname{argmax}} (E(R_{it}|z_i, do(I = I_n)) - E(R_{it}|z_i, do(I \neq I_n))), z_i \sim p(z_i|o_i^s, o_i^d)$$

式(2)

ここで、 z_i は対象者 i の個人特性に関する情報（以下、個人特性情報ともいう。）を表すベクトル形式のデータ、 p は条件付き確率分布である。上記の式（2）は、静的特性情報 o_i^s 及び動的特性情報 o_i^d が与えられたときに、条件付き確率分布 $p(z_i | o_i^s, o_i^d)$ に従って個人特性情報 z_i をサンプリングすることを意味している。また、上記の式（2）は、サンプリングされた個人特性情報 z_i の下で、介入 I_n を対象者 i に提示したときの行動実績 R_{it} の期待値と、介入 I_n を対象者 i に提示しないときの行動実績 R_{it} の期待値との差が最大となる介入 I_n を最適な介入 I として選択することを意味している。なお、条件付き確率分布 $p(z_i | o_i^s, o_i^d)$ は、例えば、 $p(z$

i , o_i^s , o_i^d) 及び $p(o_i^s, o_i^d)$ の分布として正規分布等といった既知の分布を仮定した上で、 $p(z_i | o_i^s, o_i^d) = p(z_i, o_i^s, o_i^d) / p(o_i^s, o_i^d)$ により求めることができる。

[0024] 以下、上記の提案手法によって最適な介入をユーザ（対象者）に提示することにより、そのユーザの行動変容を支援する行動変容支援システム 1 について説明する。

[0025] <行動変容支援システム 1 の全体構成例>

まず、本実施形態に係る行動変容支援システム 1 の全体構成例について、図 3 を参照しながら説明する。図 3 は、本実施形態に係る行動変容支援システム 1 の全体構成の一例を示す図である。

[0026] 図 3 に示すように、本実施形態に係る行動変容支援システム 1 には、最適介入提示装置 10 と、1 以上の対象者端末 20 とが含まれる。また、最適介入提示装置 10 と各対象者端末 20 は、例えば、インターネット等を含む通信ネットワーク 30 を介して通信可能に接続される。

[0027] 最適介入提示装置 10 は、上記の提案手法により最適な介入を選択し、対象者端末 20 に提示する汎用サーバ等といったコンピュータ又はコンピュータシステムである。なお、最適介入提示装置 10 は、例えば、複数台の汎用サーバ等で構成されるものであってもよいし、仮想マシン等によって実現されるものであってもよいし、PC（パーソナルコンピュータ）等であってもよい。

[0028] 対象者端末 20 は、対象者が利用するスマートフォンやタブレット端末、ウェアラブルデバイス等といった各種情報端末である。なお、対象者端末 20 は、例えば、PC（パーソナルコンピュータ）等であってもよいし、体重計等といった各種機器であってもよい。以下、対象者 i が利用する対象者端末 20 を「対象者端末 20 _{i} 」と表すことにする。

[0029] なお、図 3 に示す行動変容支援システム 1 の全体構成は一例であって、これに限られるものではない。例えば、最適介入提示装置 10 と対象者端末 20 とが一体で構成されるものであってもよい。

[0030] <最適介入提示装置 10 のハードウェア構成例>

次に、本実施形態に係る最適介入提示装置 10 のハードウェア構成例について、図 4 を参照しながら説明する。図 4 は、本実施形態に係る最適介入提示装置 10 のハードウェア構成の一例を示す図である。

[0031] 図 4 に示すように、本実施形態に係る最適介入提示装置 10 は、外部 I/F 101 と、通信 I/F 102 と、RAM (Random Access Memory) 103 と、ROM (Read Only Memory) 104 と、補助記憶装置 105 と、プロセッサ 106 とを有する。これらの各ハードウェアは、それぞれがバス 107 を介して通信可能に接続される。

[0032] 外部 I/F 101 は、記録媒体 101a 等の外部装置とのインタフェースである。記録媒体 101a 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。

[0033] 通信 I/F 102 は、通信ネットワーク 30 に接続するためのインタフェースである。RAM 103 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 (記憶装置) である。ROM 104 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 (記憶装置) である。補助記憶装置 105 は、例えば、HDD (Hard Disk Drive)、SSD (Solid State Drive)、フラッシュメモリ等の不揮発性の記憶装置 (ストレージ装置) である。プロセッサ 106 は、例えば、CPU (Central Processing Unit) や GPU (Graphics Processing Unit) 等の演算装置である。

[0034] なお、図 4 に示すハードウェア構成は一例であって、最適介入提示装置 10 のハードウェア構成はこれに限られるものではない。例えば、最適介入提示装置 10 は、キーボードマウス、タッチパネル等の入力装置を有していてもよいし、ディスプレイ、表示パネル等の表示装置を有していてもよい。また、例えば、最適介入提示装置 10 は、複数の補助記憶装置 105 を有していてもよいし、複数のプロセッサ 106 を有していてもよい。更に、例えば、最適介入提示装置 10 は、図 4 に示したハードウェアの一部を有していな

くてもよいし、図4に示したハードウェア以外の種々のハードウェアを有していてもよい。

[0035] <最適介入提示装置10の機能構成例>

次に、本実施形態に係る最適介入提示装置10の機能構成例について、図5を参照しながら説明する。図5は、本実施形態に係る最適介入提示装置10の機能構成の一例を示す図である。

[0036] 図5に示すように、本実施形態に係る最適介入提示装置10は、静的特性取得部111と、行動実績取得部112と、動的特性推定部113と、介入効果予測部114と、介入選択部115と、介入提示部116と、評価部117と、静的特性変化検知部118とを有する。これら各部は、例えば、最適介入提示装置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106等を実行させる処理により実現される。また、本実施形態に係る最適介入提示装置10は、静的特性記憶部119と、行動実績記憶部120と、介入効果記憶部121と、介入記憶部122とを有する。これら各記憶部は、例えば、補助記憶装置105等の記憶領域により実現される。ただし、これら各記憶部のうちの少なくとも1つの記憶部が、最適介入提示装置10と通信可能に接続された記憶装置等の記憶領域により実現されてもよい。

[0037] 静的特性取得部111は、静的特性情報 o_i^s を対象者端末20_iから取得する。また、静的特性取得部111は、対象者端末20_iから取得した静的特性情報 o_i^s を静的特性記憶部119に保存する。なお、どのような個人特性を静的特性とするかは予め設定される。

[0038] 行動実績取得部112は、予め決められた時刻 t 毎に、行動実績 $R_{i,t}$ を対象者端末20_iから取得する。また、行動実績取得部112は、対象者端末20_iから取得した行動実績 $R_{i,t}$ を行動実績記憶部120に保存する。なお、時刻 t の典型例としては、「毎日決められた時刻」、「毎週決められた時刻」、「或る所定のWebサイトにログインした時刻」、「或る所定のアプリケーションを起動した時刻」、「或る所定のイベントが発生した時刻」等が挙げられる。

[0039] 動的特性推定部 113 は、時刻 t 毎に、行動実績記憶部 120 に記憶されている行動実績 R_{it} の履歴（つまり、行動実績 R_{it} の系列データ）から動的特性情報 o_i^d を推定する。ここで、動的特性は、例えば、行動変容へのモチベーション等といった心理的特性、対象者の予定（スケジュール）等といった頻繁に変化し得る個人特性のことであるが、動的特性は明示的に設定されるものではなく、静的特性として設定されなかった個人特性が動的特性となる。なお、動的特性情報 o_i^d の推定方法の具体例については後述する。

[0040] 介入効果予測部 114 は、静的特性情報 o_i^s と、動的特性推定部 113 によって推定された動的特性情報 o_i^d とを用いて、介入 l_n ($n = 1, \dots, N$) を対象者 i に提示したときの介入効果を予測する。介入効果予測部 114 は、例えば、介入 l_n 毎に、その介入 l_n の条件付き因果効果である条件付き平均処置効果 (CATE: conditional average treatment effect) を介入効果として予測する。ここで、介入 l_n を対象者 i に提示したときの条件付き平均処置効果 $CATE_{in}$ は、以下で与えられる。

$$[0041] \quad CATE_{in} = E(R_{it} | o_i^s, o_i^d, do(l = l_n)) - E(R_{it} | o_i^s, o_i^d, do(l \neq l_n))$$

すなわち、条件付き平均処置効果 $CATE_{in}$ は上記の式 (1) の $\arg \max$ の対象となる式で与えられる。これにより、 N 個の条件付き平均処置効果 $CATE_{i1}, \dots, CATE_{iN}$ の各々が介入効果として得られる。

[0042] なお、介入 l_n を対象者 i に提示したときの条件付き平均処置効果 $CATE_{in}$ は、以下で与えられてもよい。

$$[0043] \quad CATE_{in} = E(R_{it} | z_i, do(l = l_n)) - E(R_{it} | z_i, do(l \neq l_n)), z_i \sim p(z_i | o_i^s, o_i^d)$$

すなわち、条件付き平均処置効果 $CATE_{in}$ は上記の式 (2) の $\arg \max$ の対象となる式で与えられてもよい。

[0044] 介入選択部 115 は、介入効果予測部 114 によって予測された介入効果を用いて、介入記憶部 122 に記憶されている介入集合 $L = \{l_1, \dots, l_N\}$ の中から最適な介入 l を選択する。すなわち、介入選択部 115 は、 CA

$TE_{i1}, \dots, CATE_{iN}$ の中でその値が最も高い $CATE_{in'}$ ($n' \in \{1, \dots, N\}$) に対応する介入 $I_{n'}$ を対象者 i に対する最適な介入 I として選択する。言い換えれば、介入選択部115は、 $n' = \arg \max_{n \in \{1, \dots, N\}} CATE_{in}$ を用いて、対象者 i に対する最適な介入を $I = I_{n'}$ とする。ただし、 $CATE_{i1}, \dots, CATE_{iN}$ のすべてが負である場合、介入選択部115は、対象者 i に対する最適な介入 I を選択しないものとする。この場合、その対象者 i には最適な介入 I が提示されない。以下、時刻 t における対象者 i に対する最適な介入を $I^{(i, t)}$ とも表すことにする。

[0045] また、介入選択部115は、時刻 t における対象者 i に対する最適な介入 $I^{(i, t)} = I_{n'}$ に対応する介入効果 $CATE_{in'}$ に対して時刻 t を付与して介入効果記憶部121に保存する。以下、時刻 t を付与した介入効果 $CATE_{in'}$ を T_{it} で表すことにする。この介入効果 T_{it} は、時刻 t に最適な介入 $I^{(i, t)}$ を対象者 i に提示したときに予測される介入効果（条件付き平均処置効果）を表している。

[0046] 介入提示部116は、介入選択部115によって選択された最適な介入 $I^{(i, t)}$ を対象者端末20_iに提示する。すなわち、介入提示部116は、最適な介入 $I^{(i, t)}$ を対象者端末20_iに送信する。これにより、対象者端末20_iが備えるディスプレイ等には、最適な介入 $I^{(i, t)}$ が表すメッセージ等が表示される。

[0047] 評価部117は、直近の所定の期間における行動実績 R_{it} と、その期間と同一期間における介入効果 T_{it} とを用いて、対象者 i の行動実績と介入効果との間に乖離が生じているか否かを評価する。すなわち、評価部117は、行動実績記憶部120に記憶されている行動実績の系列 $\{R_{it} \mid t \in \Delta\}$ と、介入効果記憶部121に記憶されている介入効果の系列 $\{T_{it} \mid t \in \Delta\}$ とを用いて、対象者 i の行動実績と介入効果との間に乖離が生じているか否かを評価する。ここで、 Δ は、直近の所定の期間（つまり、現在時刻を $t = t_o$ 、過去の或る時刻を $t = t_p$ としたとき、 $\Delta = [t_p, t_o]$ と表される期間）である。 Δ をどの程度の期間とするかは予め設定される。

[0048] 静的特性変化検知部 118 は、評価部 117 によって対象者 i の行動実績と介入効果との間に乖離が生じていると評価された場合、対象者 i の静的特性に変化が生じていることを検知する。一方で、静的特性変化検知部 118 は、評価部 117 によって対象者 i の行動実績と介入効果との間に乖離が生じていると評価されなかった場合、対象者 i の静的特性には変化が生じていないものとする。

[0049] 静的特性記憶部 119 は、対象者 i 毎に、その対象者 i の静的特性情報 o_i^s を記憶する。

[0050] 行動実績記憶部 120 は、対象者 i 毎に、その対象者 i の各時刻 t における行動実績 $R_{i,t}$ を記憶する。

[0051] 介入効果記憶部 121 は、対象者 i 毎に、その対象者 i の各時刻 t における介入効果情報 $T_{i,t}$ を記憶する。

[0052] 介入記憶部 122 は、介入集合 $L = \{l_1, \dots, l_N\}$ を記憶する。なお、各介入 $l_n \in L$ の典型例としては、対象者に行動変容を促すテキスト（メッセージ）や画像、動画等を対象者端末 20 に表示させるためのデータ等が挙げられる。

[0053] <最適介入提示処理>

次に、本実施形態に係る最適介入提示処理について、図 6 を参照しながら説明する。図 6 は、本実施形態に係る最適介入提示処理の一例を示すフローチャートである。以下では、或る対象者 i に対して最適な介入を提示する場合について説明する。

[0054] 静的特性取得部 111 は、静的特性情報 o_i^s を対象者端末 20 _{i} から取得し、静的特性記憶部 119 に保存する（ステップ S101）。本ステップは、例えば、対象者 i が、対象者端末 20 _{i} を用いて、行動変容支援システム 1 によって提供される行動変容支援サービスの利用を開始した場合に実行される。なお、静的特性は、例えば、対象者端末 20 _{i} 上で対象者 i によって入力される。

[0055] 行動実績取得部 112 は、行動実績 $R_{i,t}$ を対象者端末 20 _{i} から取得し、行

動実績記憶部120に保存する（ステップS102）。

[0056] 以下、現在時刻 $t = t_c$ であるものとして、ステップS103～ステップS110の処理について説明する。なお、ステップS103～ステップS110は、時刻 t 毎に繰り返し実行される。例えば、典型的には、時刻 t の単位が「日」である場合、ステップS103～ステップS110は毎日実行される。

[0057] 動的特性推定部113は、行動実績記憶部120に記憶されている行動実績 $R_{i,t}$ の履歴（行動実績 $R_{i,t}$ の系列データ）から動的特性情報 $o_{i,t}$ を推定する（ステップS103）。動的特性推定部113は、例えば、変分自己符号化器をRNN（Recurrent Neural Network）等の実現し、その入出力を系列データに拡張したモデルの中間表現ベクトル h_t を動的特性情報 $o_{i,t}$ とすることができる。変分自己符号化器は、その学習時における損失関数の正則化項の性質により、系列の要素間の違いを考慮したベクトル表現を中間表現ベクトルとして得ることができるためである。

[0058] 例えば、時刻 t の単位を「日」として、過去3日分の行動実績 $R_{i,t}$ の系列データ $\{R_{i,t} \mid t = t_c - 3, t_c - 2, t_c - 1\}$ から動的特性情報 $o_{i,t}$ を推定する場合、図7に示すように、変分自己符号化器のエンコーダ（RNN）により動的特性情報 $o_{i,t}$ を推定することができる。すなわち、行動実績 $R_{i,t}$ の系列データ $\{R_{i,t} \mid t = t_c - 3, t_c - 2, t_c - 1\}$ をRNNで実現される変分自己符号化器のエンコーダに入力し、その出力として平均 μ 及び共分散 Σ を得る。その後、平均 μ 、共分散 Σ の多変量正規分布 $N(\mu, \Sigma)$ から中間表現ベクトル h_t をサンプリングし、この中間表現ベクトル h_t を動的特性情報 $o_{i,t}$ とする。ただし、過去3日分の行動実績 $R_{i,t}$ の系列データを用いることは一例であって、過去のどの程度の期間の行動実績 $R_{i,t}$ の系列データを用いるかは適宜設定することが可能である。

[0059] ここで、上記の変分自己符号化器の学習時には、例えば、過去の或る所定の期間における行動実績 $R_{i,t}$ の系列データを用いて、既知の所定の損失関数を最小化するように、当該変分自己符号化器のエンコーダ及びデコーダのパ

ラメータを更新すればよい。また、当該変分自己符号化器は対象者 i 毎に学習されてもよいし、複数の対象者 i で共通に学習されてもよいし、複数の対象者 i で共通に学習された後、対象者 i 毎に再学習されてもよい。なお、当該損失関数としては、例えば、エンコーダに入力する系列データとデコーダから出力される系列データとの誤差（予測誤差）を表す項と、エンコーダから出力される平均 μ 、共分散 Σ の多変量正規分布 $N(\mu, \Sigma)$ と標準正規分布との間のカルバックライブラーダイバージェンスを表す正則化項とで構成される関数とすればよい。

[0060] なお、上記のステップ S 1 0 3 は、変分自己符号化器の入出力を系列データに拡張したモデルにより動的特性情報 o_i^d を推定したが、これは一例であって、これ以外の方法により動的特性情報 o_i^d が推定されてもよい。例えば、行動実績 $R_{i,t}$ の系列データを時系列クラスタリングによりクラスタリングし、その系列データが属するクラスタを表すベクトルを動的特性情報 o_i^d としてもよい。

[0061] 介入効果予測部 1 1 4 は、介入 l_n ($n = 1, \dots, N$) を対象者 i に提示したときの介入効果を予測する（ステップ S 1 0 4）。すなわち、介入効果予測部 1 1 4 は、例えば、介入 l_n 毎に、その介入 l_n の条件付き平均処置効果 $CATE_{i,n}$ を介入効果として算出する。

[0062] 介入選択部 1 1 5 は、条件付き平均処置効果 $CATE_{i,1}, \dots, CATE_{i,N}$ の中でその値が最も高い $CATE_{i,n'}$ ($n' \in \{1, \dots, N\}$) に対応する介入 $l_{n'} \in L$ を対象者 i に対する最適な介入 $l^{(i,t)} = l_{n'}$ として選択する（ステップ S 1 0 5）。

[0063] 介入選択部 1 1 5 は、最適な介入 $l^{(i,t)} = l_{n'}$ に対応する介入効果 $CATE_{i,n'}$ に対して現在時刻 $t = t_0$ を付与した介入効果 $T_{i,t}$ を介入効果記憶部 1 2 1 に保存する（ステップ S 1 0 6）。

[0064] 介入提示部 1 1 6 は、最適な介入 $l^{(i,t)}$ を対象者端末 2 0 i に提示する（ステップ S 1 0 7）。

[0065] 行動実績取得部 1 1 2 は、最適な介入 $l^{(i,t)}$ が対象者 i に提示された後の

行動の実績を表す行動実績 $R_{i,t}$ を対象者端末20_iから取得し、行動実績記憶部120に保存する（ステップS108）。

[0066] 評価部117は、直近の所定の期間 $\Delta = [t_p, t_c]$ における行動実績 $R_{i,t}$ と、その期間と同一期間 Δ における介入効果 $T_{i,t}$ とを用いて、対象者 i の行動実績と介入効果との間に乖離が生じているか否かを評価する（ステップS109）。評価部117は、例えば、以下の手順1～手順3により当該乖離が生じているか否かを評価すればよい。以下、 $t_p = t_c - M + 1$ であるものとして、期間 Δ に含まれる時刻数を M とする。

[0067] 手順1：評価部117は、各 $t \in \Delta$ に対して、 $|R_{i,t} - T_{i,t}| \geq th_1$ となる個数 m を算出する。 th_1 は閾値であり、その値は予め設定される。

[0068] 手順2：評価部117は、上記の手順1で算出された個数 m を用いて、 m/M が th_2 以上であるか否かを判定する。 th_2 は $0 < th_2 < 1$ を満たす閾値であり、その値は予め設定される。

[0069] 手順3：評価部117は、 m/M が th_2 以上であると判定した場合は対象者 i の行動実績と介入効果との間に乖離が生じていると評価し、そうでない場合は対象者 i の行動実績と介入効果との間に乖離が生じていないと評価する。

[0070] ここで、期間 Δ をどの程度の期間とするかは予め設定されるが、単日（つまり、 $M = 1$ ）ではなく、少なくとも数日以上（つまり、 $M \geq 2$ ）の期間が好ましい。この理由は次の通りである。例えば、モチベーションやスケジュール、習慣等といった動的特性を考えた場合、図8に示すように、モチベーションの向上や低下、習慣化、スケジュールの都合等によって行動実績が変化し得る。このとき、例えば、スケジュールの都合等による一時的な阻害では行動実績の低下も同様に一時的な低下である場合が多い。このため、期間 Δ を単日等とした場合、介入効果の予測誤差が過大に評価されてしまうことがあるためである。

[0071] 静的特性変化検知部118は、対象者 i の静的特性の変化を検知したか否かを判定する（ステップS110）。静的特性変化検知部118は、上記の

ステップS 1 0 9で対象者 i の行動実績と介入効果との間に乖離が生じていると評価された場合、その対象者 i の静的特性に変化が生じていることを検知する。一方で、静的特性変化検知部 1 1 8は、上記のステップS 1 0 9で対象者 i の行動実績と介入効果との間に乖離が生じていると評価されなかった場合、その対象者 i の静的特性には変化が生じていないものとする。

[0072] 上記のステップS 1 1 0で静的特性の変化が検知された場合、静的特性取得部 1 1 1は、静的特性情報 o_i^s を対象者端末 2 0 i から取得し、その静的特性情報 o_i^s で静的特性記憶部 1 1 9に記憶されている静的特性情報 o_i^s を更新する（ステップS 1 1 1）。

[0073] 上記のステップS 1 1 0で静的特性の変化が検知されなかった場合、又は、上記のステップS 1 1 1が実行された場合、次の時刻 $t + 1$ となったときに、上記のステップS 1 0 3が実行される。

[0074] <実施例>

以下、本実施形態に係る行動変容支援システム 1 の実施例について説明する。

[0075] <<実施例 1 >>

実施例 1 では、行動変容支援システム 1 によって提供される行動変容支援サービスとしてヘルスケアサービスを想定し、対象者 i に対して歩行を促進するためのメッセージをパーソナライズする場合について説明する。

[0076] 実施例 1 では、各介入はメッセージであり、介入集合として $L = \{ \text{「今日は遠くまで歩いてみませんか？」, 「今日も健康のために歩きましょう！」, 「部屋の中を掃除するだけでも運動になります。」} \}$ を想定する。また、静的特性として、ヘルスケアサービスの利用時における健診結果、過去の運動経験、性格診断結果、勤務形態を設定する。一方で、動的特性は明示的には設定されないが、スケジュール、洗濯の頻度、体力等を想定する。

[0077] また、時刻 t の単位は「日」であり、対象者 i の行動実績 $R_{i,t}$ は毎日午前 0 時に前日の歩数が取得されるものとする。更に、動的特性の推定と介入効果の予測には、直近の過去 3 日間の行動実績が用いられるものとする。

[0078] 一例として、或る対象者 i の静的特性が「健診結果：異常有り」、「運動経験：有」、「性格診断結果：誠実性が高い」、「勤務形態：在宅勤務」であり、直近の歩数が上昇傾向であるものとする。この場合、健診結果への危機感と誠実さから歩行を始めたことにより、過去の運動経験が基礎となり動的特性である体力が戻ってきたと推定できる。このため、例えば、「今日は遠くまで歩いてみませんか？」というメッセージの介入効果が最大となり、当該メッセージが対象者端末 20_i に提示される。

[0079] 上記の例について、以下、図6の各ステップと対応させて説明する。

[0080] まず、ヘルスケアサービスの利用開始時に静的特性取得部 111 によって静的特性情報 o_i^s が対象者端末 20_i から取得され、静的特性記憶部 119 に保存される（ステップ $S101$ ）。静的特性情報 o_i^s は、例えば、 $o_i^s = (1, 1, 1, 0)$ といった形式で保存される。ここで、 o_i^s の1つ目の要素は「健診結果」を表し、異常無しの場合は「0」、異常有りの場合は「1」を取る。同様に、2つ目の要素は「運動経験」を表し、有の場合は「1」、無の場合は「0」を取る。3つ目の要素は「性格診断結果」を表し、その診断結果に応じて予め決められた値を取る。4つ目の要素は「勤務形態」を表し、在宅勤務の場合は「0」、そうでない場合は「1」を取る。また、行動実績取得部 112 によって直近歩数が行動実績 $R_{i,t}$ として取得され、行動実績記憶部 120 に保存される（ステップ $S102$ ）。

[0081] 次に、ヘルスケアサービスの利用中に毎日、ステップ $S103$ ～ステップ $S111$ が実行される。すなわち、まず、動的特性推定部 113 によって直近の過去3日の行動実績 $R_{i,t}$ の系列データから動的特性情報 o_i^d が推定される（ステップ $S103$ ）。対象者 i の直近の歩数は上昇傾向であるため、その上昇傾向に影響を与えている動的特性の変化「体力が戻ってきたこと」を表すベクトル表現が動的特性情報 o_i^d として推定される。次に、介入効果予測部 114 によって静的特性情報 o_i^s と動的特性情報 o_i^d から介入効果が予測され（ステップ $S104$ ）、その後、介入選択部 115 によって最適な介入 $I(i, t) = \text{「今日は遠くまで歩いてみませんか？」}$ が選択される（ステップ

S 1 0 5)。また、介入選択部 1 1 5 によって最適な介入 $I^{(i, t)}$ に対応する介入効果 $T_{i, t}$ が介入効果記憶部 1 2 1 に保存され（ステップ S 1 0 6）、介入提示部 1 1 6 によって最適な介入 $I^{(i, t)}$ が対象者端末 2 0 $_i$ に提示される（ステップ S 1 0 7）。これにより、例えば、対象者端末 2 0 $_i$ のディスプレイ上には「今日は遠くまで歩いてみませんか？」とのメッセージが表示される。

[0082] 次に、最適な介入 $I^{(i, t)}$ が対象者端末 2 0 $_i$ に提示された日の翌日の午前 0 時に行動実績取得部 1 1 2 によって前日の歩数が行動実績 $R_{i, t}$ として取得され、行動実績記憶部 1 2 0 に保存される（ステップ S 1 0 8）。

[0083] また、評価部 1 1 7 によって直近の過去 3 日間の行動実績 $R_{i, t}$ と介入効果 $T_{i, t}$ の間に乖離が生じているか否かが判定される（ステップ S 1 0 9）。例えば、直近の過去 3 日間の行動実績 $R_{i, t}$ が [8 2 1 0, 8 6 4 3, 8 8 1 1]、直近の過去 3 日間の介入効果 $T_{i, t}$ が [8 2 0 0, 8 5 1 0, 8 5 0 0] であり、 $t h_1 = 3 0 0$ 、 $t h_2 = 0.5$ であるものとする。この場合、 $|R_{i, t} - T_{i, t}| \geq t h_1$ となる個数 m は 1 であるため、 $m/M = 1/3$ となる。このため、対象者 i の行動実績と介入効果との間に乖離は生じていないと評価され、静的特性変化検知部 1 1 8 によって対象者 i の静的特性には変化が生じていないものとされる（ステップ S 1 1 0）。

[0084] なお、例えば、対象者 i の 2、3 日おきに歩数が低下している場合、上記のステップ S 1 0 3 では「洗濯の頻度が 2、3 日おきである」ことを表すベクトル表現が動的特性情報 $o_{i, d}$ として推定される。このため、例えば、上記のステップ S 1 0 4 では最適な介入 $I^{(i, t)}$ として「部屋の中を掃除するだけでも運動になります。」が選択される。

[0085] <<実施例 2>>

実施例 2 では、行動変容支援システム 1 によって提供される行動変容支援サービスとして受験生向けの動画学習サービスを想定し、日々の学習教材の提案をパーソナライズする場合について説明する。

[0086] 実施例 2 では、行動変容支援サービスを利用するためのシステムに対象者

i がログインしたときと学習教材の動画を視聴し終えたときに、次の学習教材を紹介として提示するものとする。なお、学習教材は、分野、科目、難易度、講師等が多岐にわたるものとする。

[0087] また、静的特性として、動画学習サービスの利用時における模試の成績、部活動の有無、志望校を設定する。一方で、動的特性は明示的には設定されないが、スケジュール、視聴環境等を想定する。

[0088] また、時刻 t の単位は「動画の視聴回数」であり、対象者 i が学習教材の動画の視聴を終えた都度、その対象者 i の時刻 t が進むものとする。更に、対象者 i の行動実績 $R_{i,t}$ は介入が提示された後に、その介入として提示された学習教材の視聴有無が提示されるものとする。動的特性の推定と介入効果の予測には、直近の過去 10 回の行動実績が用いられるものとする。

[0089] 一例として、或る対象者 i の静的特性が、志望校の合格には不十分な成績であり、部活動を実施中であるものとする。また、直近の行動実績（介入として提示された学習教材の視聴有無）が $[1, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 1, 0, 0]$ のようにスパースになっているものとする。ここで、「1」は視聴有、「0」は視聴無を表す。この場合、動的特性の変化としてスケジュールを十分に確保できない等が考えられ、短時間で要点がまとめられた学習教材が介入として提示されやすくなる。

[0090] 上記の例について、以下、図 6 の各ステップと対応させて説明する。

[0091] まず、動画学習サービスの利用開始時に静的特性取得部 111 によって静的特性情報 o_i^s が対象者端末 201 から取得され、静的特性記憶部 119 に保存される（ステップ S101）。静的特性情報 o_i^s は、例えば、 $o_i^s = (50, 1, 30)$ といった形式で保存される。ここで o_i^s の 1 つ目の要素は「模試の成績」を表し、偏差値を表す数値を取る。同様に、2 つ目の要素は「部活動の有無」を表し、部活動を実施中である場合は「1」、そうでない場合は「0」を取る。3 つ目の要素は「志望校」を表し、志望校を表す数値を取る。また、行動実績取得部 112 によって利用開始時に提示された学習教材の視聴有無が行動実績 $R_{i,t}$ として取得され、行動実績記憶部 120 に保存

される（ステップS102）。

[0092] 次に、対象者 i が学習教材の動画の視聴を終えた都度、ステップS103～ステップS111が実行される。すなわち、まず、動的特性推定部113によって直近の過去10回の行動実績 R_{it} の系列データから動的特性情報 o_i^d が推定される（ステップS103）。対象者 i の直近の過去10回の行動実績 R_{it} の系列データは $[1, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 1, 0, 0]$ であるため、それに影響を与えている動的特性の変化「スケジュールを十分に確保できない」を表すベクトル表現が動的特性情報 o_i^d として推定される。次に、介入効果予測部114によって静的特性情報 o_i^s と動的特性情報 o_i^d から介入効果が予測され（ステップS104）、その後、介入選択部115によって最適な介入 $l^{(i,t)}$ として「短時間で要点がまとめられた学習教材」が選択される（ステップS105）。また、介入選択部115によって最適な介入 $l^{(i,t)}$ に対応する介入効果 T_{it} が介入効果記憶部121に保存され（ステップS106）、介入提示部116によって最適な介入 $l^{(i,t)}$ が対象者端末20 i に提示される（ステップS107）。これにより、例えば、対象者端末20 i のディスプレイ上には、短時間で要点がまとめられた学習教材が次の学習教材として提示される。

[0093] 次に、最適な介入 $l^{(i,t)}$ が対象者端末20 i に提示された後、行動実績取得部112によって当該介入 $l^{(i,t)}$ で提示された学習教材の視聴有無が行動実績 R_{it} として取得され、行動実績記憶部120に保存される（ステップS108）。

[0094] また、評価部117によって直近の過去10回の行動実績 R_{it} と介入効果 T_{it} の間に乖離が生じているか否かが判定される（ステップS109）。例えば、直近の過去10回の行動実績 R_{it} が $[0, 0, 1, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 1]$ 、直近の過去10回の介入効果 T_{it} が $[0.7, 0.4, 0.7, 0.3, 0.6, 0.7, 0.6, 0.4, 0.6, 0.6]$ であり、 $th_1=0.5$ 、 $th_2=0.5$ であるものとする。この場合、 $|R_{it}-T_{it}| \geq th_1$ となる個数 m は4であるため、 $m/M=4/10$ となる。このため

、対象者 i の行動実績と介入効果との間に乖離は生じていないと評価され、静的特性変化検知部 118 によって対象者 i の静的特性には変化が生じていないものとされる（ステップ S110）。

[0095] なお、例えば、直近の過去 10 回の行動実績 R_{it} が $[1, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0]$ 、直近の過去 10 回の介入効果 T_{it} が $[0.7, 0.4, 0.5, 0.5, 0.4, 0.6, 0.6, 0.5, 0.5, 0.6]$ であったものとする。この場合、 $m/M = 5/10$ となる。これは、例えば、対象者 i の志望校等といった静的特性が変化した場合等が挙げられる。このため、静的特性変化検知部 118 によって対象者 i の行動実績と介入効果との間に乖離が生じていることが検知され（ステップ S110）、静的特性取得部 111 によって静的特性情報 o_i^s が取得及び更新される（ステップ S111）。

[0096] <まとめ>

以上のように、本実施形態で提案する提案手法では、行動変容における介入選択の問題設定を「個人特性」、「介入」、「行動実績」の 3 者間の因果関係と、個人特性を変化させる各種要因の因果関係によって定式化している。また、個人特性を静的特性と動的特性に分離し、動的特性によって対象者の状態変化を明示的に考慮した介入選択を可能としている。

[0097] このため、上記の提案手法を実現する最適介入提示装置 10 は、時刻 t 毎に、行動実績 R_{it} の系列データから動的特性情報 o_i^d を推定した上で、その動的特性情報 o_i^d と事前に取得された静的特性情報 o_i^s から最適な介入 $I^{(i, t)}$ を選択及び提示することが可能となる。これにより、頻繁に変化し得る動的特性情報 o_i^d が変化した場合であっても、動的特性情報 o_i^d を対象者 i に入力等させる必要がないため、ユーザ負荷を削減することができる。

[0098] また、本実施形態に係る最適介入提示装置 10 は、最適な介入 $I^{(i, t)}$ を対象者 i に提示したときの介入効果を予測した上で、それらの介入効果 T_{it} と実際の行動実績 R_{it} との乖離から静的特性情報 o_i^s の変化を検知することもできる。このため、静的特性情報 o_i^s の変化を検知した場合は対象者 i にそ

の変化を入力等させることが可能となり、静的特性情報 σ_i^s の変化による介入効果の低下を抑止することが可能となる。

[0099] 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、請求の範囲の記載から逸脱することなく、種々の変形や変更、既知の技術との組み合わせ等が可能である。

符号の説明

[0100]	1	行動変容支援システム
	10	最適介入提示装置
	20	対象者端末
	30	通信ネットワーク
	101	外部I/F
	101a	記録媒体
	102	通信I/F
	103	RAM
	104	ROM
	105	補助記憶装置
	106	プロセッサ
	107	バス
	111	静的特性取得部
	112	行動実績取得部
	113	動的特性推定部
	114	介入効果予測部
	115	介入選択部
	116	介入提示部
	117	評価部
	118	静的特性変化検知部
	119	静的特性記憶部
	120	行動実績記憶部

1 2 1 介入効果記憶部

1 2 2 介入記憶部

請求の範囲

- [請求項1] ユーザの個人特性の中で変化が生じる頻度が低い個人特性である静的特性を表す静的特性情報を取得する静的特性取得部と、
- 前記ユーザの行動実績に関する情報を用いて、前記個人特性の中で前記静的特性と比較して変化が生じる頻度が高い個人特性である動的特性を表す動的特性情報を推定する動的特性推定部と、
- 前記静的特性情報と前記動的特性情報とを用いて、予め決められた介入毎に、前記ユーザに対して前記介入を提示したときに期待される効果を表す介入効果を予測する介入効果予測部と、
- 前記介入効果が最も高くなる介入を最適介入として選択する選択部と、
- 前記最適介入を前記ユーザに提示する介入提示部と、
- を有する最適介入提示装置。
- [請求項2] 前記介入効果予測部は、
- 前記介入毎に、前記ユーザに対して前記介入を提示したときの行動実績の期待値を前記介入効果として予測する、請求項1に記載の最適介入提示装置。
- [請求項3] 前記動的特性推定部は、
- 前記ユーザの行動実績の系列データを学習済みの変分自己符号化器のエンコーダに入力することによって得られた平均及び共分散を計算し、
- 前記平均及び前記共分散によって決定される多変量正規分布からサンプリングされたベクトルを前記静的特性情報として推定する、請求項1に記載の最適介入提示装置。
- [請求項4] 過去の所定の期間における行動実績と、前記期間における前記最適介入に対応する介入効果とを用いて、前記期間における行動実績と介入効果との乖離を評価する評価部と、
- 前記評価部によって前記乖離が生じていると評価された場合、前記

静的特性に変化が生じたことを検知する静的特性変化検知部と、を有し、

前記静的特性取得部は、

前記静的特性変化検知部によって前記静的特性に変化が生じたことが検知された場合、前記静的特性を再取得する、請求項 1 乃至 3 の何れか一項に記載の最適介入提示装置。

[請求項5]

ユーザの個人特性の中で変化が生じる頻度が低い個人特性である静的特性を表す静的特性情報を取得する静的特性取得手順と、

前記ユーザの行動実績に関する情報を用いて、前記個人特性の中で前記静的特性と比較して変化が生じる頻度が高い個人特性である動的特性を表す動的特性情報を推定する動的特性推定手順と、

前記静的特性情報と前記動的特性情報とを用いて、予め決められた介入毎に、前記ユーザに対して前記介入を提示したときに期待される効果を表す介入効果を予測する介入効果予測手順と、

前記介入効果が最も高くなる介入を最適介入として選択する選択手順と、

前記最適介入を前記ユーザに提示する介入提示手順と、

をコンピュータが実行する最適介入提示方法。

[請求項6]

ユーザの個人特性の中で変化が生じる頻度が低い個人特性である静的特性を表す静的特性情報を取得する静的特性取得手順と、

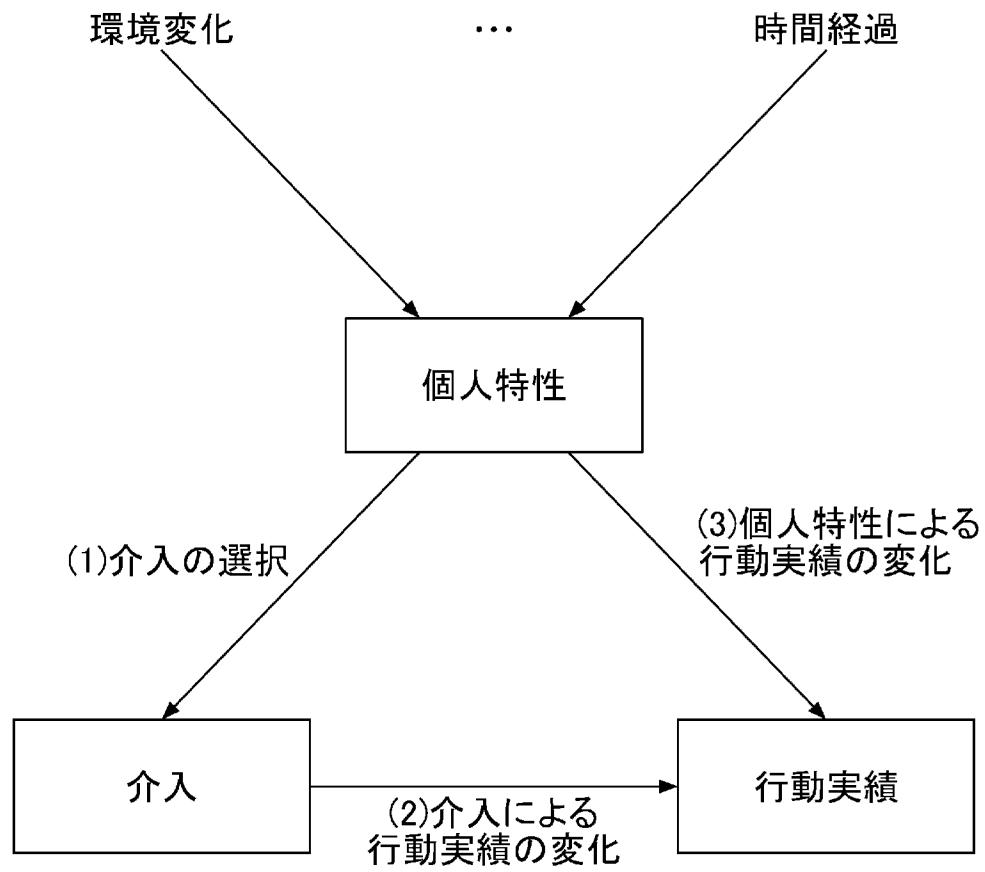
前記ユーザの行動実績に関する情報を用いて、前記個人特性の中で前記静的特性と比較して変化が生じる頻度が高い個人特性である動的特性を表す動的特性情報を推定する動的特性推定手順と、

前記静的特性情報と前記動的特性情報とを用いて、予め決められた介入毎に、前記ユーザに対して前記介入を提示したときに期待される効果を表す介入効果を予測する介入効果予測手順と、

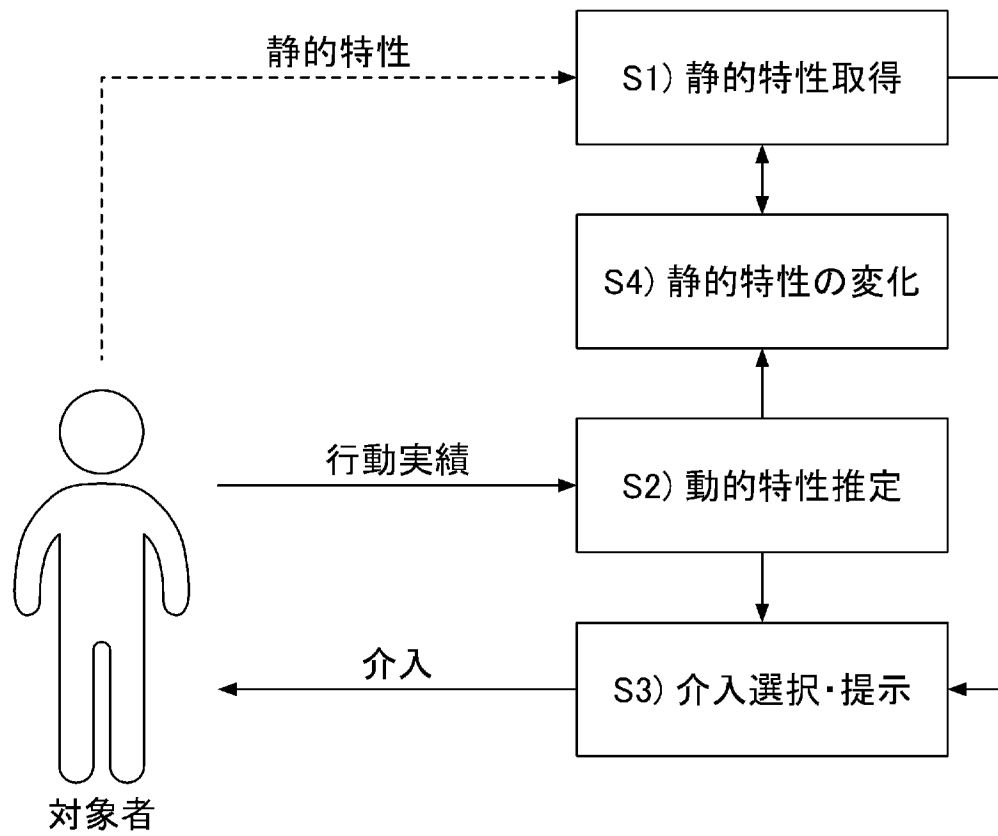
前記介入効果が最も高くなる介入を最適介入として選択する選択手順と、

前記最適介入を前記ユーザに提示する介入提示手順と、
をコンピュータに実行させるプログラム。

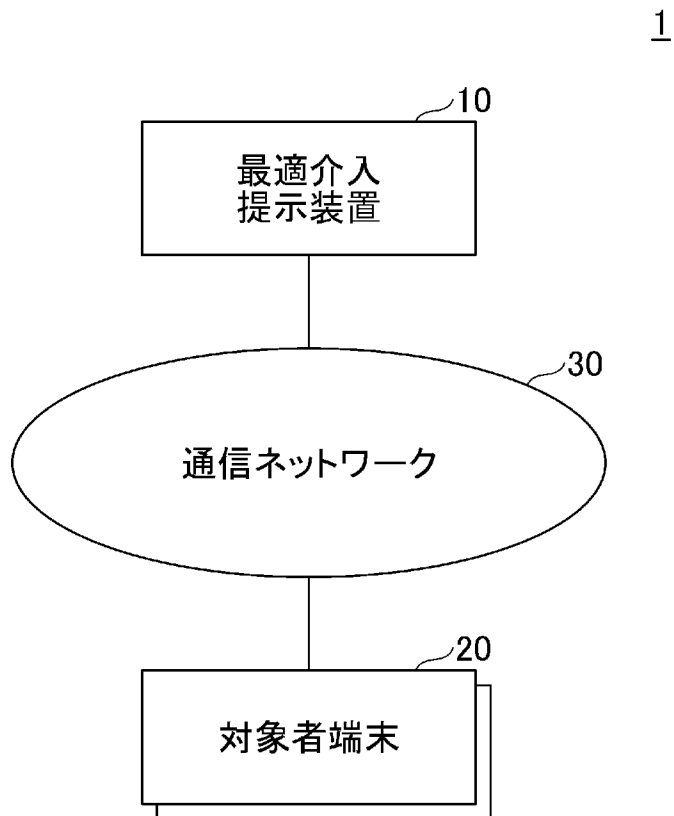
[図1]



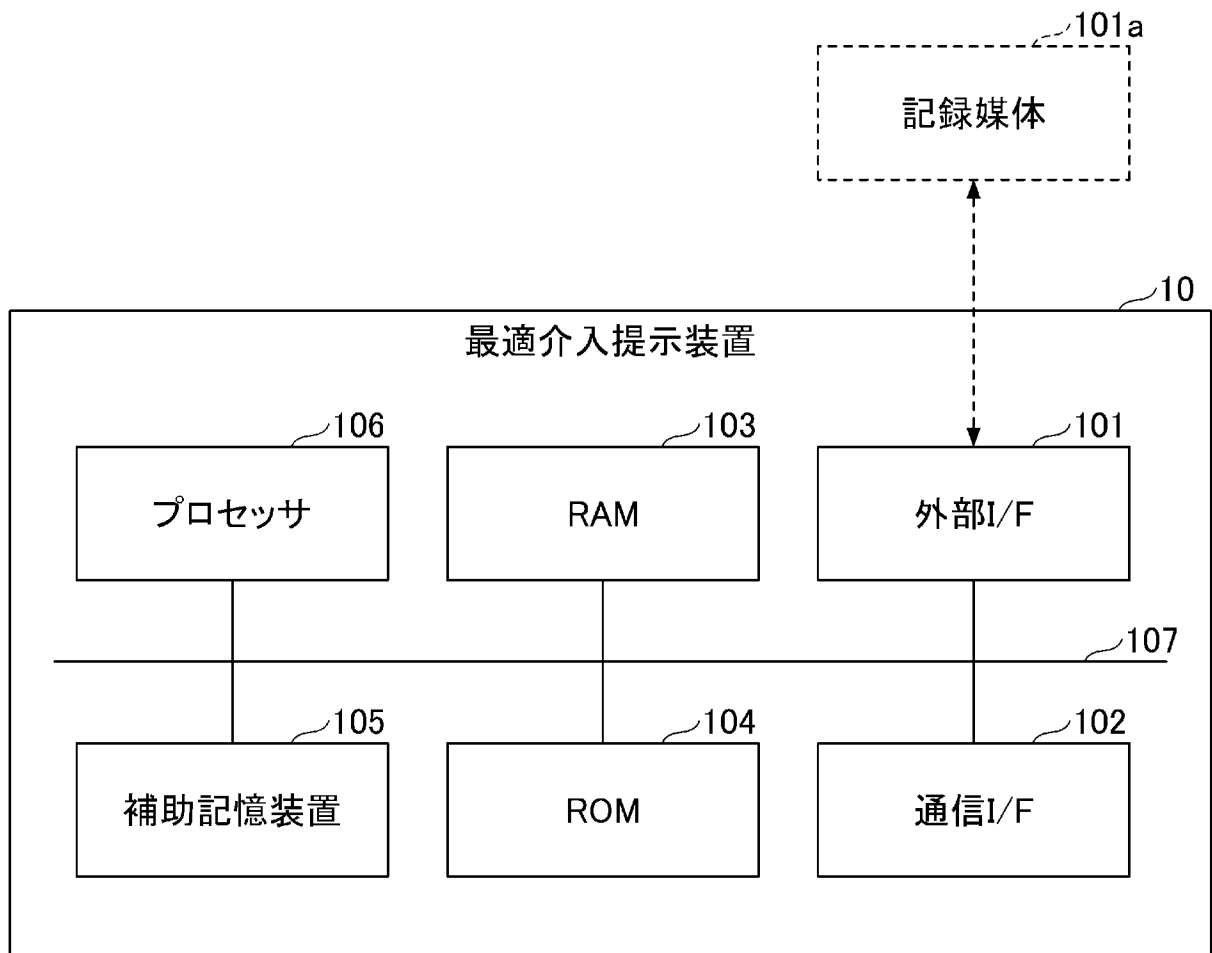
[図2]



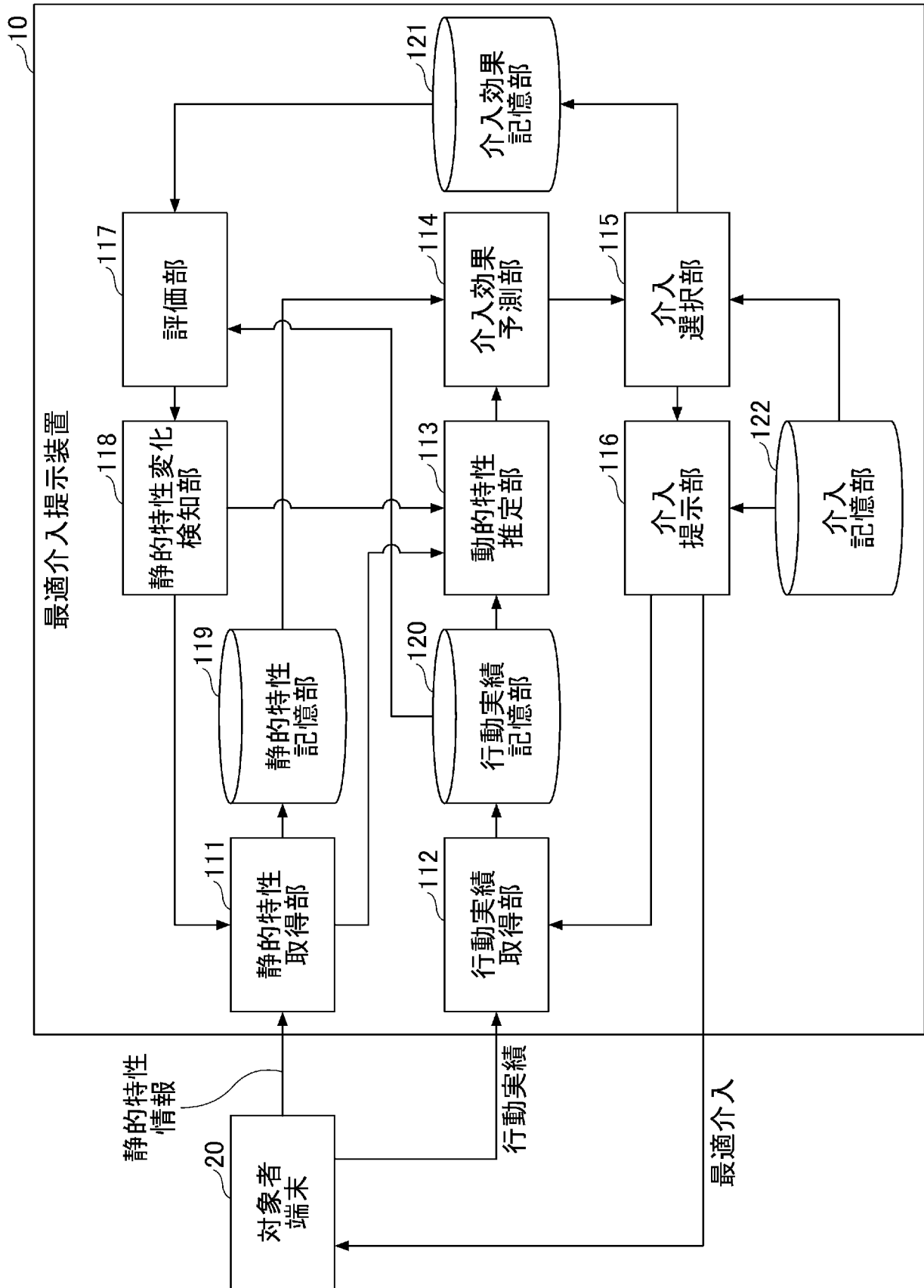
[図3]



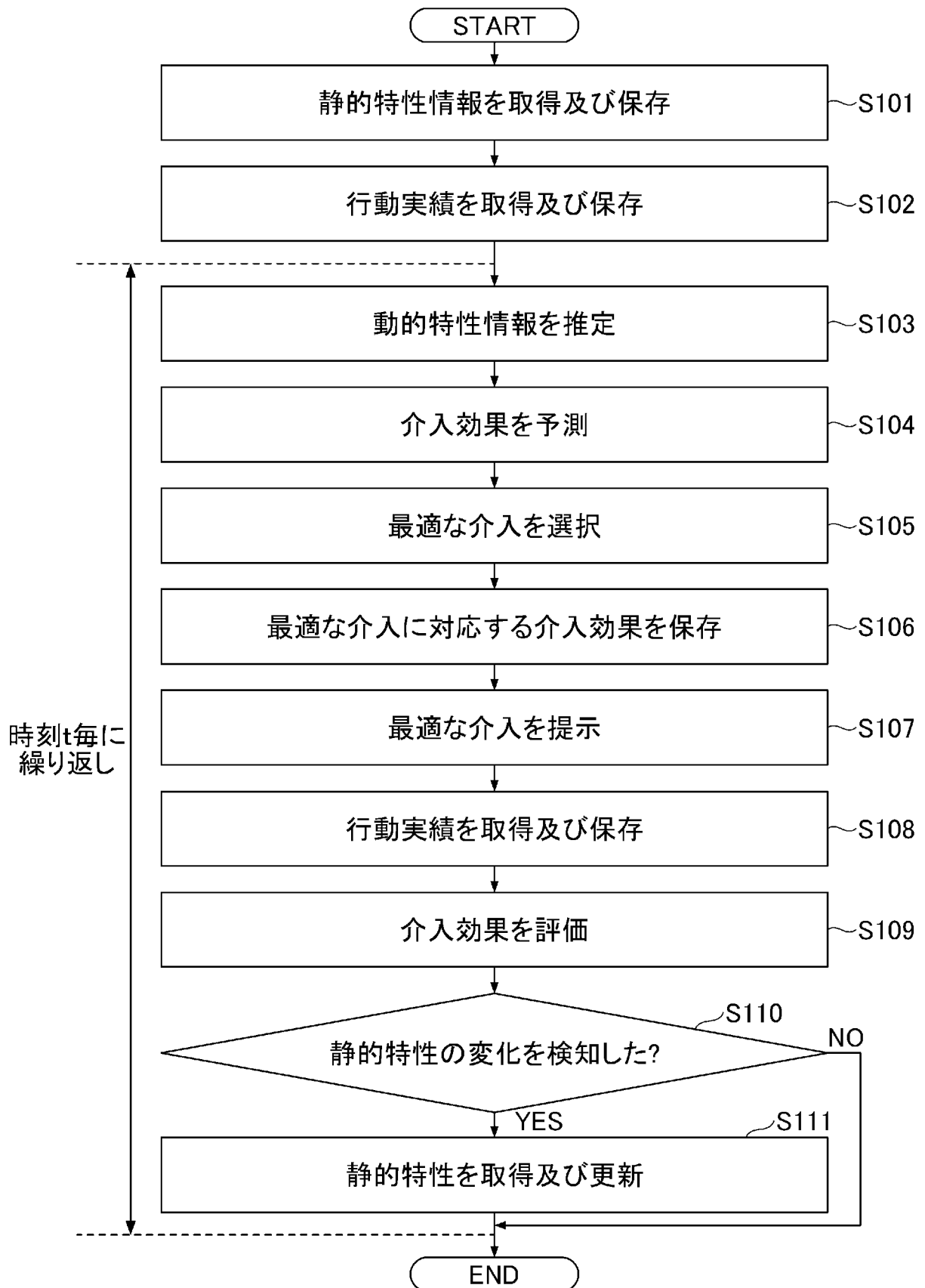
[図4]



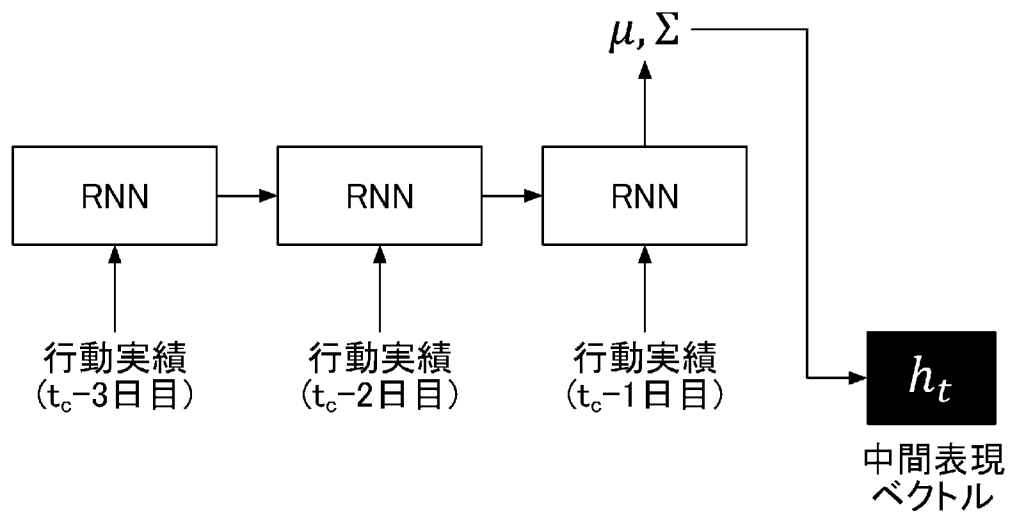
[図5]



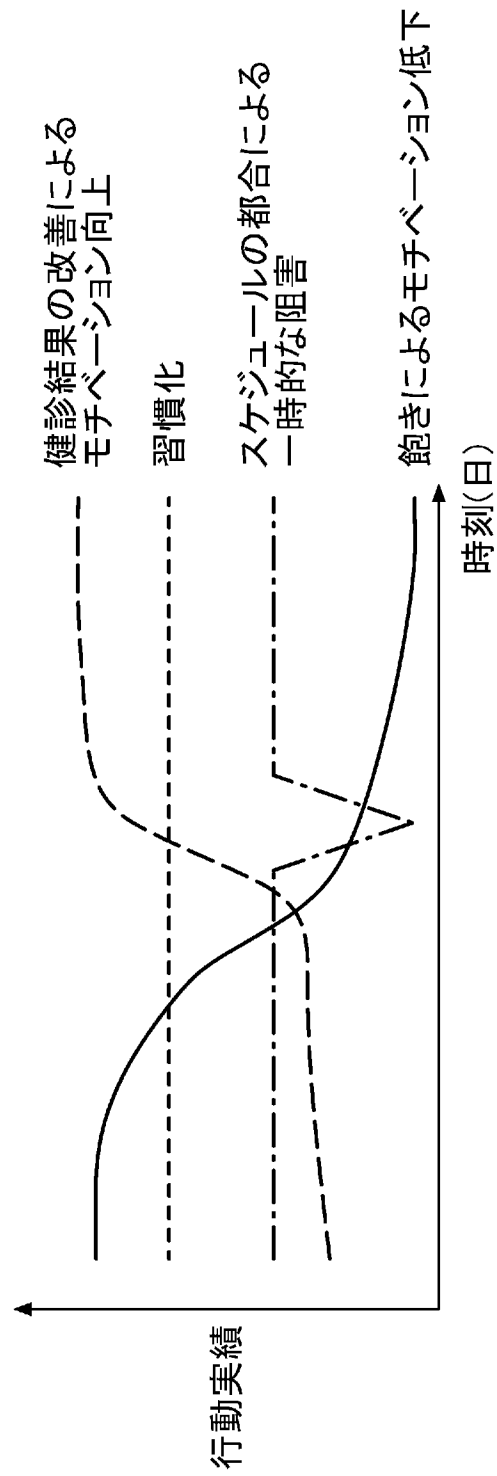
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/030048

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G16H 20/00**(2018.01)i

FI: G16H20/00

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)

G16H20/00

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 1971-2023
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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	JP 2022-031617 A (OLYMPUS CORPORATION) 22 February 2022 (2022-02-22) paragraphs [0053], [0056], [0066], [0078], [0153], [0253]-[0256] fig. 6, 7	1-3, 5, 6
A		4
Y	JP 2022-059547 A (WORLD LIFE MAPPING INC.) 13 April 2022 (2022-04-13) paragraph [0033]	1-3, 5, 6
Y	JP 2021-033466 A (THE UNIVERSITY OF ELECTRO-COMMUNICATIONS) 01 March 2021 (2021-03-01) paragraphs [0003], [0032]-[0035]	3
A	JP 2022-124967 A (WORLD LIFE MAPPING INC.) 26 August 2022 (2022-08-26) entire text, all drawings	1-6



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

06 September 2023

Date of mailing of the international search report

19 September 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2023/030048

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2022-031617	A	22 February 2022	(Family: none)	
JP	2022-059547	A	13 April 2022	(Family: none)	
JP	2021-033466	A	01 March 2021	(Family: none)	
JP	2022-124967	A	26 August 2022	WO 2022/176865 A1 entire text, all drawings	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G16H 20/00(2018.01)i FI: G16H20/00										
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）） G16H20/00 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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2023年</td> </tr> </table> 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）			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年
日本国実用新案公報	1922 - 1996年									
日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年									
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	JP 2022-031617 A（オリンパス株式会社）22.02.2022（2022 - 02 - 22） 段落[0053], [0056], [0066], [0078], [0153], [0253]-[0256] 図6, 7	1-3, 5, 6								
A		4								
Y	JP 2022-059547 A（株式会社World Life Mapping）13.04.2022 （2022 - 04 - 13） 段落[0033]	1-3, 5, 6								
Y	JP 2021-033466 A（国立大学法人電気通信大学）01.03.2021（2021 - 03 - 01） 段落[0003], [0032]-[0035]	3								
A	JP 2022-124967 A（株式会社World Life Mapping）26.08.2022 （2022 - 08 - 26） 全文, 全図	1-6								
☐ 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。										
<table border="0"> <tr> <td> * 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “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 </td> <td> “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抵触するものではなく、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 </td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “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抵触するものではなく、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						
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “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抵触するものではなく、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 06.09.2023		国際調査報告の発送日 19.09.2023								
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 安井 雅史 5N 4059 電話番号 03-3581-1101 内線 3586								

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/030048

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2022-031617	A	22.02.2022	(ファミリーなし)	
JP	2022-059547	A	13.04.2022	(ファミリーなし)	
JP	2021-033466	A	01.03.2021	(ファミリーなし)	
JP	2022-124967	A	26.08.2022	W0 2022/176865 A1	
				全文, 全図	