

インタラクティブに個人適応するスマートシステムの特徴づけ

中田 匠哉[†] 佐伯 幸郎[†] 中村 匡秀^{†,††}

[†] 神戸大学 〒 657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1

^{††} 理化学研究所・革新知能統合研究センター 〒 103-0027 東京都中央区日本橋 1-4-1

E-mail: [†]tnakata@ws.cs.kobe-u.ac.jp, ^{††}sachio@carp.kobe-u.ac.jp, ^{†††}masa-n@cs.kobe-u.ac.jp

あらまし システムがユーザ個人の好みやニーズに応じてサービスを提供する「サービスの個人適応」は、来るべき超スマート社会の実現のカギとなる。従来、システムの個人適応は、ユーザによる個人設定により実装されてきた。しかしながら、ICT に精通していないユーザにとって、自分のニーズにあった設定を手動で定義することは非常にハードルが高い。そこで本稿では、インタラクティブに個人適応するスマートシステム (Smart System with Interactive Personalization, SSIP) を提案する。SSIP では、システムとユーザがインタラクティブな対話をシステム運用時に継続的に行う。対話において、ユーザは自身のニーズを伝えシステムは機能を紹介する。これによって、ユーザとシステムが互いを理解しながら個人設定を動的に共創していく。本稿では、SSIP を定義するために、システムが満たすべき3つの機能要件を提示する。また、国際規格 SQuaRE の利用時の品質を参照し、SSIP を品質の観点から特徴づける。最後に、ケーススタディとして、我々のグループで開発中の「こころ」の見守りサービスを取り上げ、SSIP の枠組みを適用してインセンティブ提供機能の個人適応を行う。

キーワード 個人適応, ニーズ, スマートシステム, 超スマート社会, SQuaRE

Characterizing Smart Systems with Interactive Personalization

Takuya NAKATA[†], Sachio SAIKI[†], and Masahide NAKAMURA^{†,††}

[†] Kobe University, Rokkodai 1-1, Nada, Kobe, Hyogo, 657-8501 Japan

^{††} Riken AIP, 1-4-1 Nihon-bashi, Chuo-ku, Tokyo 103-0027

E-mail: [†]tnakata@ws.cs.kobe-u.ac.jp, ^{††}sachio@carp.kobe-u.ac.jp, ^{†††}masa-n@cs.kobe-u.ac.jp

Abstract The "personal adaptation of services," in which a system provides services according to the preferences and needs of individual users, is a key to the realization of the emerging super-smart society. The personal adaptation of systems has been implemented through personal settings by users. However, it is very difficult for users who are not familiar with ICT to manually define the settings that meet their needs. In this paper, we therefore propose a new notion of smart system: Smart System with Interactive Personalization (SSIP). In SSIP, the system and the user have continuous and interactive conversations during the system operation. In the dialogue, the user tells his or her needs and the system introduces its functions. In this way, the user and the system understand each other and dynamically "co-create" personal settings. In this paper, in order to define SSIP, we present three functional requirements that the system must meet. We also characterize SSIP from the quality viewpoint by "quality in use" of the international standard SQuaRE. Finally, as a case study, we take the "Kokoro" (mind) monitoring service being developed by our group, and apply the proposed SSIP framework to individual adaptation of the incentive provision feature.

Key words Personal adaptation, Needs, Smart system, Super-smart society, SQuaRE

1. はじめに

情報通信技術 (ICT) により人々の生活が便利になる一方で、高齢化社会、地球環境問題、パンデミック等、社会的課題は依然として解決されていない。ICT 化によるデジタル格差や健康

不安などの新たな課題も生まれている。このような背景の下に日本政府は、情報社会の次に目指すべき社会として**超スマート社会 (Society 5.0)**を提唱している [1]。これは、AI、ビッグデータ、IoT 等を連携した**スマートシステム**によって、必要なものやサービスを、必要な人に、必要な時に、必要なだけ提供し、あら

ゆる人が活き活きと快適に暮らせる社会を目指すものである。

超スマート社会においては、社会の様々なニーズに対してシステムがきめ細やかに対応することが求められる。すなわち、システムがユーザ個人の好みやニーズに応じてサービスを提供する、**サービスの個人適応**が実現のカギとなる。従来、システムの個人適応は、ユーザによる**個人設定 (User Setting, Preferences)**により実装されてきた。典型的には、システムが用意する設定メニューや設定ファイルを通して、ユーザがシステムに望む振る舞いを手動で設定する。システムはユーザごとの個人設定を参照し、ニーズに応じたサービスを提供する。

しかしながら、超スマート社会はあらゆる人を対象としており、ICTに精通していないユーザも多く含まれることから、従来の個人設定方式には次のような課題が存在する。

(課題 1) ユーザが自分のニーズを個人設定に反映させる方法が分からない

(課題 2) ユーザが個人設定によって提供されるサービスの内容を把握していない

(課題 3) ユーザが自分自身のニーズを把握していない

本研究の目的は、上記の課題 1-3 を解決し、一般的なユーザにとってより使いやすい個人適応の方法を考案することである。この目的の実現のため、本稿では**インタラクティブに個人適応するスマートシステム (Smart System with Interactive Personalization, SSIP)**を提案し、その概念の定義・性質づけを行う。課題解決のキーアイデアは、システムがユーザとのインタラクティブな対話を通して、ユーザのニーズを個人設定に動的に反映する仕組みを実装することである。具体的には、SSIPを以下の3つの要件を満たすスマートシステムと定義する：

(要件 R1) ユーザごとに個人設定を定義でき、システムはその設定に応じたサービスを提供すること

(要件 R2) システムは、運用中継続的に、ユーザと以下の2種類の対話をする：(対話 C1) 要求抽出のための対話、(対話 C2) 未使用の機能を紹介する対話。

(要件 R3) システムは、運用中継続的に、対話の内容に基づいて個人設定を更新し、サービスに反映すること

要件 R1 は、システムが個人適応するための基本的な要件である。要件 R2 は、システムがユーザのニーズを運用中継続的に収集するとともに、ユーザが知らない機能を紹介することを求める。要件 R3 は、対話によって引き出されたニーズに基づいて、システムが自律的に個人設定を行うことを求める。これらの要件を満たす SSIP は、ユーザとシステムが**個人設定を共創**するシステムと見なせる。継続的な対話を通して個人設定が随時更新されていき、最終的にはそのユーザの真のニーズにマッチしたサービスへと収束することが期待できる。

また、SSIP が備えるべきシステムの品質モデルを構築するために、ソフトウェアの品質要求と実装評価の国際規格 **SQuaRE** [2] を活用する。SSIP における個人設定の共創はシステムの利用時に行われることから、SQuaRE の「利用時の品質」に焦点を当て、特に**満足性**、**柔軟性**、**リスク回避性**の品質特性に着目して SSIP を性質づける。

ケーススタディとして、我々の研究グループで開発・運用中

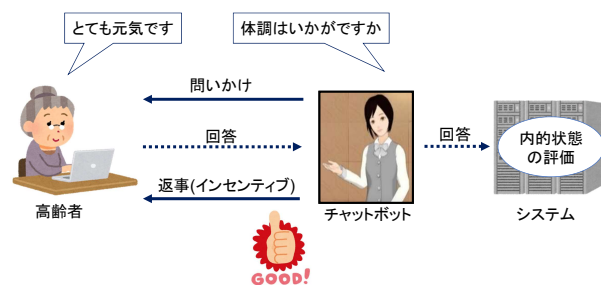


図1 「こころ」の見守りサービス[3]の概要

の「こころ」の見守りサービス[3]を、SSIPとして改修する事例に取り組む。「こころ」の見守りサービスは、スマートフォンアプリ LINE のチャットボットを利用して、センサでは観測できない高齢者の内的状態を見守るサービスである。ケーススタディでは、全ユーザに対し共通であった LINE スタンプによる回答を、ユーザの好みに応じて他のコンテンツに切り替えられるようにする。これにより、ユーザの回答入力へのモチベーション向上を狙う。改修においては、従来の実装を再利用しつつ、要件 R1-R3 を満たすように設計変更や追加実装を行う。

2. 準備

2.1 超スマート社会

超スマート社会とは、「必要なもの・サービスを、必要な人に、必要な時に、必要なだけ提供し、社会の様々なニーズにきめ細やかに対応でき、あらゆる人が質の高いサービスを受けられ、年齢、性別、地域、言語といった様々な制約を乗り越え、活き活きと快適に暮らすことのできる社会」[1]を指す。

近年、IoT や AI、ビッグデータ、クラウド等を駆使して、物理世界とサイバー空間を ICT で連携する**スマートシステム**の研究開発が著しい。超スマート社会を実現するためには、スマートシステムの積極的な導入によって効率化し、多様なニーズにきめ細やかに対応していくことが求められる。一方で、全ユーザのニーズを同時に満たすスマートシステムを構築することは不可能である。よって、システムの機能をサービスと捉え、その提供形態を個人に応じて変化させる、**サービスの個人適応**が必要になる。

2.2 例題：「こころ」の見守りサービス[3]

サービスの個人適応の理解を助けるため、我々のグループで開発・運用中の「こころ」の見守りサービス[3]を例に挙げる。このサービスは、在宅高齢者の内的状態をチャットボットとの対話によって外化し、日々の健康状態を見守ることを目的としたスマートサービスである。現在、LINE のチャットボットを用いて実装されている。サービスの概要を図1に示す。

サービスにおいては、LINE チャットボットが高齢者に日常生活に関する質問を定期的に投げかける。高齢者は質問に対して

選択肢で回答すると、チャットボットは選択肢に応じたアドバイス返し、他にも気づいたことがあれば自由記述で入力するよう促す。高齢者が追加情報をテキストで回答すると、チャットボットは LINE スタンプを返信する。このスタンプには、高齢者に情報入力モチベーションを促すインセンティブとしての役割がある。在宅高齢者の内的状態は、チャットボットが集めた回答に基づいて評価されるため、インセンティブによって高齢者の継続的な回答を促すことが重要である。

実証実験において被験者の意見を集めたところ、「スタンプが来て嬉しかった。もっとバリエーションが欲しい」「スタンプではなく、格言や名言など、ためになる情報が欲しい」「好きな歌手の画像が欲しい」といった意見が寄せられ、インセンティブについての多様なニーズが明らかになった。このことから、インセンティブを個人のニーズに合わせて適応させることで高齢者の回答率・健康状態の分析精度の向上を可能にし、よりよいサービスの提供ができると考えられる。

2.3 従来の個人適応の方法

サービスの個人適応は、従来から様々なシステムで行われている。もっとも典型的な個人適応の実装方法として、**ユーザによる個人設定**がある。これは、あらかじめシステムが機能の提供形態に選択の幅を持たせておき、ユーザごとに個人の設定 (User Setting, Preference) を定義させるものである。典型的には、システムが用意する設定メニューや設定ファイルを通して、ユーザがシステムに望む振る舞いを手動で設定する。図 2(a) にユーザによる個人設定の概念図を示す。

しかしながら、この方式には以下の 3 つの課題が存在する。

(課題 1) ユーザが自分のニーズを個人設定に反映させる方法が分からない：自分のニーズを個人設定に反映させるためには、ユーザが個人設定の方法を理解・習得する必要があるが、システムに不慣れなユーザにとってハードルとなっている。ユーザが理解していない機能に関しては個人適応が困難であり、ユーザの満足度が低下する。また、設定操作の誤りによってユーザがトラブルに遭遇するリスクも存在する。

(課題 2) ユーザが個人設定によって提供されるサービスの内容を把握していない：多くのユーザにとって、システムが提供するサービスの全容を把握することは困難であり、個人設定によってどのようなサービスが利用できるのかを知らないケースがある。内容を知らない、あるいは理解していない機能をユーザが設定することは不可能である。サービスをユーザのニーズに適応させるためには、現状で提供されているサービスをユーザに知ってもらう必要がある。

(課題 3) ユーザが自分自身のニーズを把握していない：そもそも、ユーザが自分のニーズが何なのか、システムに何を望んでいるのかを事前に正しく把握することは容易ではない。ユーザがある機能・サービスを必要だと認識し、正しく設定できたとしても、提供されるサービスが本当にユーザに適したサービスであるとは限らない。実際にユーザがサービスを利用した際に、想定とは異なる体験をしたり、想定通りの体験に対しても自身には適さないと感じる可能性がある。また、ユーザのニーズは一定ではなく、時間やコンテキストに応じて変化するため、

究極的にはその場その時のユーザのニーズに、システムが随時適応していくことが求められる。

3. 提案手法：インタラクティブに個人適応するスマートシステム (SSIP)

3.1 キーアイデア

前節で述べた課題 1-3 を解決する新たな個人適応の枠組みとして、我々は**インタラクティブに個人適応するスマートシステム (Smart System with Interactive Personalization, SSIP)** を提案する。

課題 1-3 が生じる原因は、そもそも「ユーザとシステムが互いをよく理解していない」ことにある。もしシステムがユーザのニーズを理解できれば、個人設定をユーザに手動定義してもらう必要がなくなる。また、もしユーザがシステムを理解できれば、より自分に合った機能や提供形態を選択できる。

ユーザとシステムが互いを理解するための手段として、SSIP は**対話を積極的に活用**する。具体的には、システム運用中にシステムとユーザが継続的に対話を行い、ユーザは自分のニーズをシステムに伝え、システムは自分の機能をユーザに紹介する。引き出されたニーズに基づいて、システムは自律的にユーザの個人設定を更新し、ニーズを反映したサービスを提供していく。すなわち SSIP は、インタラクティブな対話を通して、ユーザとシステムが個人設定を**共創するシステム**を目指す。

3.2 SSIP の定義

本稿では、SSIP を以下の 3 つの要件 R1-R3 をすべて満たすスマートシステムであると定義する。

(要件 R1) ユーザごとに個人設定を定義でき、システムはその設定に応じたサービスを提供すること

(要件 R2) システムは、運用中継続的に、ユーザと以下の 2 種類の対話をする：(対話 C1) 要求抽出のための対話、(対話 C2) 未使用の機能を紹介するための対話。

(要件 R3) システムは、運用中継続的に、対話に基づいて個人設定を更新し、サービスに反映すること

図 2(b) に SSIP の概念図を示す。要件 R1 は、そもそもシステムがサービスの個人適応を行うために最低限必要な要件である。要件 R2 は、SSIP に特徴的な対話機能を指定する部分である。要件 R3 は、対話から抽出されたニーズをシステムが自律的に設定に反映する部分である。要件 R2 の対話 C1 は、ユーザがシステムに自分のニーズを伝えるためのものであり、要件 R3 と合わせて、ユーザは手動で個人設定を行う必要がなくなり、課題 1 が解決できる。また、対話 C2 は、システムがユーザに機能を紹介するためのものであり、ユーザのシステム理解につながるため、課題 2 を解決できる。課題 3 は、ユーザとシステムによる対話の繰り返しによって解決される。対話を繰り返す中で個人設定が動的に更新されていき、最終的にユーザの真のニーズに収束していくことが期待できる。これによって、ユーザが自身のニーズを把握できない場合でも、ユーザとシステムがニーズを充足する設定を共創することにより、適切なサービスの個人適応が可能となる。

次節以降では、各要件に対するアプローチについて考察する。

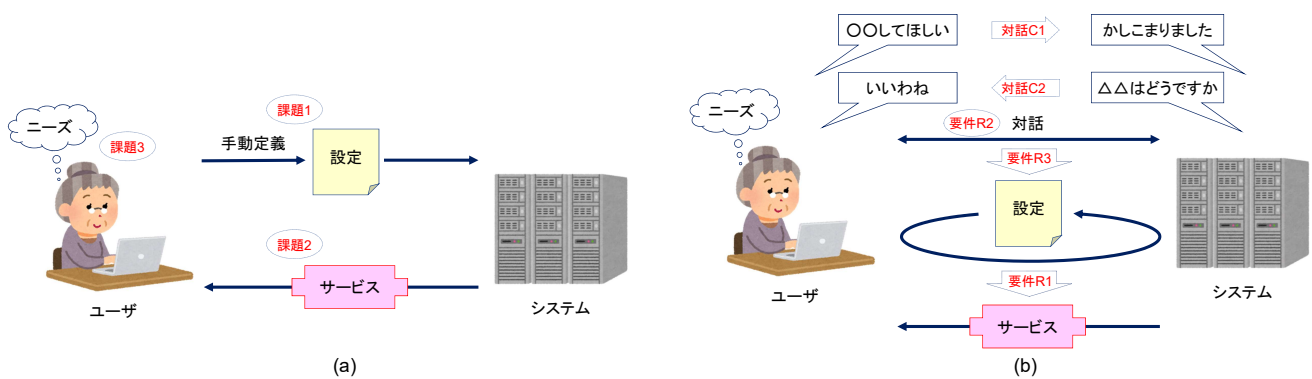


図2 個人適応の方式の比較：(a) 従来の方式，(b) SSIP による方式

3.3 要件 R1 へのアプローチ

SSIP は第一に、ユーザごとに個人設定を定義でき、システムはその設定に応じたサービスを提供できる必要がある。ゆえに、SSIP はユーザごとのアカウントを有し、ログイン処理等を通して認証・認可の手続きを行う必要がある。各ユーザアカウントは、ユーザ ID で識別される。

個人設定の情報は、ユーザ ID に紐づけられたファイル、または、データベースエントリで管理される。設定可能な項目は、システムが提供する機能やサービスによって異なるが、対象とするユーザが設定可能な範囲を考慮して、項目数や値域を検討すべきである。

個人設定はそのユーザの認可の下で、作成、参照、更新、削除を行える必要がある。作成や更新のロジックについては、要件 R3 の個人適応ロジックの設計も踏まえて行う必要がある。

3.4 要件 R2 へのアプローチ

SSIP は第二に、ユーザとシステムが対話をする機能を持ち、以下の2種類の対話を内容として含む必要がある。

(対話 C1) 要求抽出のための対話: ユーザがシステムに対して自分のニーズを伝える形式の対話である。一般にユーザから自発的に対話を開始することは難しいので、まずはシステムからユーザに問いかけ、ユーザに答えてもらう形式を取るのが合理的である。サービス利用開始時の初期設定では、代表的な設定項目について、システムがユーザにどうしたいかを一通り問いかけて運用を開始する。適当なタイミングで定期的に設定の見直しを問いかけて、実際の利用を踏まえたうえでのユーザのニーズを抽出していく。

(対話 C2) 未使用の機能を紹介するための対話: システムがユーザの使っていない機能をユーザに紹介し、ユーザが実際に使うかどうか決定をする形式の対話である。ユーザがサービスの基本的な利用に一通り慣れた段階で、より進んだ機能の使い方や、詳細な設定のやり方を紹介するとよい。ユーザがサービスにまだ慣れないうちに、進んだ機能を紹介すると混乱をきたす可能性がある。ユーザが新たな機能を知り、サービスの全容の把握に近づくことで、個人適応の選択肢を増やすとともに適応の精度を向上させることを目的とする。

なお、対話 C1, C2 は、必ずしも明示的である必要はない。つまり、「あなたのニーズはなんですか?」「あなたの使用していない機能はこちらです」といった直接的な質問・提案の形式をとる必要はなく、他の対話に紛れる自然な形でこれらの対話を取り入れてもよい。特に、個人適応以外の目的で対話機能を有するサービスでは、不自然な対話を挿入するとサービス本来の品質を損なう恐れがあるので、注意する必要がある。システム開発者は、サービス全体の目的に応じて、対話 C1, C2 を含む対話全体の流れを設計することが求められる。

3.5 要件 R3 へのアプローチ

SSIP は第三に、対話に基づいて個人設定を更新し、サービスに反映する必要がある。具体的には、システムはまず、対話 C1, C2 の内容から個人のニーズを抽出するロジックが必要がある。このロジックの設計は、要件 R2 の対話の設計に強く依存する。対話 C1 に対するもっとも単純なアプローチとしては、システムが個人設定可能な項目について、ユーザに直接どうしたいかを尋ね、その回答からニーズを抽出するやり方である。この場合、「○○の機能を設定しますか?」「何時に実行しましょうか?」といった直接的な問いかけを行い、その回答から設定値を抽出する。一方、エージェントとの自然な対話の中からニーズを抽出しようとするアプローチも考えられるが、その場合には高度な対話設計が必要となる。

次にシステムは、対話から抽出したニーズを、個人設定の設定項目の値に変換し、要件 R1 で述べた設定ファイルまたはデータベースエントリに書き込み、サービスに設定をロードする。この部分について、システムは実行時に設定をロードできるようになっているか、新しい設定で即座に再起動できるようになっている必要がある。

4. SSIP に求められる品質特性

4.1 SQuaRE における利用時の品質の活用

前節では要件 R1-R3 によって SSIP を機能の側面から定義したが、本節では SSIP を品質の側面から特徴づけする。つまり SSIP をシステムとして設計・実装するにあたり、特に重要な品質特性を考察する。

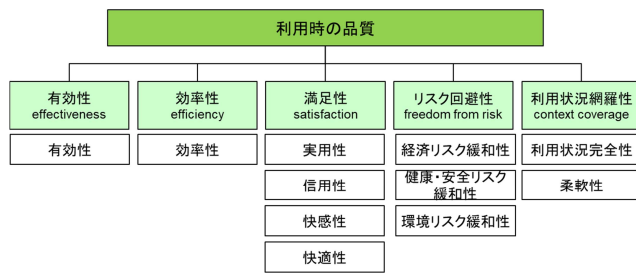


図3 SQaRE の利用時の品質 [2]

本稿では、システム品質特性の信頼できるリファレンスとして、SQaRE (ISO/IEC 25000 シリーズ) を用いる。SQaRE は、システム及びソフトウェアの多岐にわたるステークホルダ (利用者、発注者、開発者など) が持つ多様な品質要求を定義し、その実装を評価するための共通の考え方を示す国際規格である [2]。SQaRE は、システムの品質モデルを構築するための品質特性を、3つの視点 (製品品質、利用時の品質、データの品質) で整理して定義している。

SSIP の最大の特徴である「ユーザとシステムによる設定の共創」はシステムの利用時に行われることから、本稿では**利用時の品質**に着目し、SSIP で特に重視すべき品質特性を考察する。図3に、SQaRE で定義されている利用時の品質特性を示す。有効性、効率性、満足性、リスク回避性、利用状況網羅性の5つの品質特性とそれぞれに関連する副特性が定義されている。

品質特性の定義と SSIP の要件を照らし合わせて検討した結果、**満足性**、**柔軟性**、**リスク回避性**の3つが特に重要であると考えた。有効性、効率性、利用状況完全性も重要な特性ではあるが、SSIP に特化しているわけではないため、今回の特徴づけからは除外した。SSIP の品質を実際に評価する際には、(個人適応部分を除いた) 本来のサービスで重視すべき品質特性の集合 (Q_1 とする) と、SSIP の性質上重要な品質特性の集合 (Q_2 とする) を分けて評価し、両者の重み付け和 $Q = w_1 \cdot Q_1 + w_2 \cdot Q_2$ を SSIP の総合的な品質とすることを提案する。

以降では、3つの品質特性について詳しく考察する。

4.2 満足性

満足性は、システム利用時にユーザのニーズが満足される度合いであり、次の4つの品質副特性によって構成される。

実用性: ユーザがサービスを実用的であると評価するか。

信用性: ユーザが期待した通りにシステムが動くか。

快感性: 個人適応でユーザのニーズが満たせるか。

快適性: ユーザが快適にサービスを利用できるか。

満足性は、SSIP の主機能であるサービスの個人適応の良し悪しをユーザが評価するための最も重要な指標である。サービスが自分のニーズにどの程度合致するかは実用性に、自分の希望どおりに個人適応が行われているかは信用性に、対話から自

動的に設定が更新されるかは快感性に、いかにスムーズに対話 C1,C2 が行えるかは快適性に、それぞれ関連している。

SSIP の開発者は、これらの品質特性を強く意識した設計を行うことが求められる。実際の満足性の評価は、これら4つの品質副特性をそれぞれ評価することによって行われる。文献 [4] では、アンケートを用いた心理学的な測定量に基づく各副特性の評価例が示されている。

4.3 柔軟性

柔軟性は、意図しない利用状況でも利用時の品質を維持できるかを示す指標であり、利用状況網羅性の品質副特性である。SSIP では、ユーザが対話を通して個人設定を容易に更新できる半面、可能な個人適応の範囲が広くなりすぎて、システムが意図しない利用状況を生む可能性が大いにある。要件 R1 の個人設定の設定項目の設計を丁寧に行い、個人適応によって生じる不測の事態においても、システム全体の品質が低下しないような設計を行う必要がある。

4.4 リスク回避性

リスク回避性は、ユーザがシステムを利用することで遭遇しうる、経済活動、健康・安全、環境保護などにおける様々なリスクをどれだけ低く抑えられているかを示す指標である。柔軟性の考察でも述べた通り、SSIP は個人適応によって多様な利用状況を生む。したがって、ユーザが誤った個人適応を行った場合でも、危険な状況を回避できるようになっていることが重要である。リスク回避性を高めるためには、要件 R1 の個人設定の設定部分で妥当性の検証 (バリデーション) を行うことや、要件 R2 対話部分、および、要件 R3 の適応部分で、個人適応によって生じてしまったリスクを緩和・補償する処理を付加することが考えられる。

5. ケーススタディ

5.1 「こころ」の見守りサービスの SSIP 化

ケーススタディとして、提案する SSIP の枠組みを用いて、2.2 で紹介した「こころ」の見守りサービスのインセンティブ提供部分を個人適応化することを考える。

図4(a)に「こころ」の見守りサービスのアーキテクチャを示す。「こころ」の見守りサービスには、ルールに基づいてサービスを自動提供するルールベースシステムが実装されている [5]。このルールベースシステムでは、イベント・時刻等の発火条件を定義したルールと、テキスト送信・スタンプ送信などのコンテンツ内容と送信先ユーザを定義したアクションを、送信ルール・アクションデータベースで管理する。高齢者による回答などのイベントの発生に対して、ルールベースシステムが条件を満たしたかどうか判定し、条件に紐づけられたアクションを自動で実行・送信する。改修前のサービスでは、「高齢者から回答を受信すると LINE スタンプを送る」というルールが登録されており、すべての高齢者からの回答に対して一様に LINE スタンプが送信されていた。

本節では、SSIP の枠組みに沿って「こころ」の見守りサービスを改修し、インセンティブ提供部分を以下のように個人適応させる。

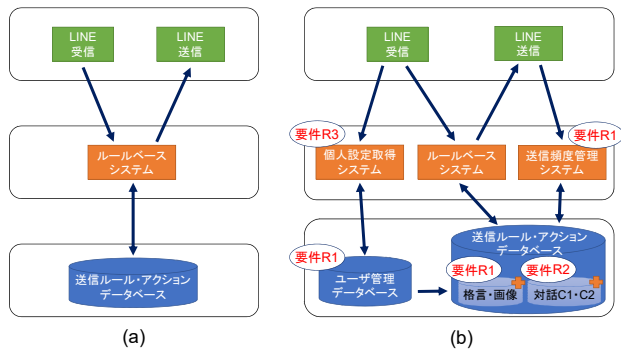


図4 改修前後のアーキテクチャの比較：(a)改修前，(b)改修後

- ユーザが回答のインセンティブを「LINE スタンプ」，「偉人の格言・名言」，「楽しい画像」から選べるようにすること
- ユーザがインセンティブの送信頻度を調節できるようにすること

以降，要件 R1, R2, R3 を順番に適用し，現状のサービスを SSIP としてどのように改修するかを詳細に説明する．図 4 (b) に改修後の「こころ」の見守りサービスのアーキテクチャを示す．

5.2 要件 R1 を満たす改修

要件 R1 を満たすためには，ユーザごとの個人設定の定義と，設定に応じたインセンティブの提供形態を実装する必要がある．まず初めに，ユーザごとの個人設定を管理するために，ユーザ管理データベースを追加し，個人設定データをユーザ ID に紐づけて管理できるようにする．

次に，インセンティブの種類をスタンプ以外の増やすにあたっては，従前のルールベースシステムを再利用する．「こころ」の見守りサービスのルールベースシステムでは，スタンプ送信以外にもテキスト送信，画像送信をアクションとして定義できる．そこで，アクションデータベースに「偉人の格言・名言」のテキスト送信，「楽しい画像」の画像送信を追加することで，インセンティブのバラエティを増やすことができる．

最後に，送信頻度の個人適応のために，新たに送信頻度の管理システムを追加実装する．送信頻度管理システムは，ユーザの個人設定に基づいて一日のインセンティブ送信回数の上限を制御する．具体的には，インセンティブの送信回数に基づいて，送信ルールを動的に書き換えることで，超えた場合にインセンティブの送信を無効化する．

5.3 要件 R2 を満たす改修

要件 R2 を満たすためには，対話 C1，対話 C2 を実装する必要がある．「こころ」の見守りサービスは LINE チャットボットを用いたサービスであり，元来 LINE による対話機能を持っている．そのため，LINE の送受信機能をそのまま使用して対話 C1, C2 を実現する．

インセンティブをスタンプ，格言，画像から選択する個人適応は，対話 C2 に基づいてシステムがユーザに問かける形で

選択させる．具体的には，「〇〇さんにスタンプ，格言，画像をお送りできます．どれがいいですか？」あるいは「今週は偉人の格言はいかがですか？」というような問いかけを行い，ユーザに選択してもらう形をとる．

一方，送信頻度の個人適応は，ユーザが送信頻度の変更が可能であることを既知であると想定して，対話 C1 に基づいてユーザから直接回数を指定してもらうか，インセンティブ選択の対話の中に組み込む形を取る．具体的には，「スタンプは 1 日 2 回にしてください」という要請を受け付けるか，「偉人の格言は 1 日 1 回でいいですか？」と問いかけ「2 回にしてください」という回答を得て抽出する．

これらの対話 C1, C2 は，ルールベースシステムのテキスト送信アクションとして登録する．なお，個人適応のロジックを簡単にするため，対話 C1, C2 は，「こころ」の見守りサービスで行う日常の問いかけの前後に適当なタイミングに組みこみ，定期的かつ継続的にユーザニーズの確認・抽出を行うようにする．

5.4 要件 R3 を満たす設計

要件 R3 を満たすために，対話 C1, C2 から個人設定を取得する機能と，サービス設定を更新する機能を実装する必要がある．

要件 R2 を満たす改修で，対話 C1 と対話 C2 がユーザの希望を直接的に尋ねるようにした．そのため，対話から個人設定の設定値を抽出することは，単純な選択肢やテキストマイニングによって実現できる．

抽出した設定値に基づいて，そのユーザに対する送信ルール・アクションを書き換え，個人設定のサービス内容に反映する．例えば，あるユーザが，スタンプから偉人の格言に変更を希望した場合には，そのユーザのルールのスタンプ送信アクションを格言送信アクションに書き換えることで反映する．

5.5 SSIP 化した「こころ」の見守りサービス

図 5 に改改版「こころ」の見守りサービスをイメージした LINE のトーク画面を示す．図 5 (a) の画面では，チャットボットがユーザに対し，今週は「偉人の格言」を使ってみるのはいかがでしょうかと対話 C2 を投げかけている．ユーザがそれを承諾すると，続いて頻度を訪ねている．この例では，2 回に設定したい旨をユーザが伝えると，チャットボットがそれを受け付けて，個人設定を更新している．

図 5 (b) に，「偉人の格言」に個人適応された「こころ」の見守りサービスの実行画面を示す．チャットボットがユーザに体調を問かけ，ユーザの回答を通して，インセンティブとしてナイチンゲールの格言を表示している．ユーザがさらに反応すると，2 回目のインセンティブとして松下幸之助の格言を表示している．

このように，「こころ」の見守りサービスを SSIP として改修することによって，インセンティブの個人適応をユーザが使いやすい形で提供し，高齢者の健康を見守る本来のサービスの品質向上が見込める．

6. 関連研究

Autonomic Computing [6] は，システムが環境の変化に合わせて自律的に自身の振る舞いを適応させる仕組みであり，SSIP

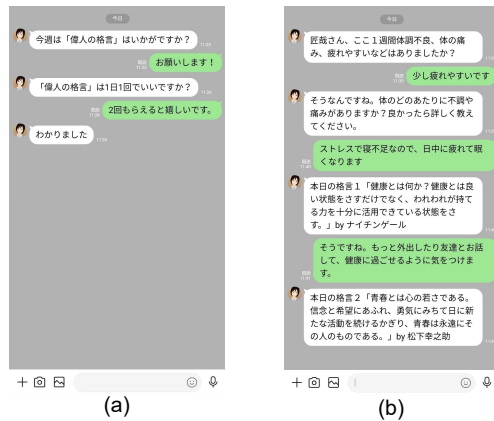


図5 改修後の「こころ」の見守りサービスのイメージ：(a) 個人設定のための対話, (b) 「偉人の格言」の提供の様子

の動的適応の側面に関連している。しかしながら, Autonomic Computing の目的は, あくまでシステムを不測の環境変化に対して正常に動作させるための自己適応であり, 変化するユーザー要求に合わせるものではない。

モダンなアプリケーション (例えば VSCode [7]) では, ユーザーの操作中にシステムがダイアログを出して機能を紹介するものも存在する。これは SSIP の対話 C2 に類似しているが, 多くの場合は最初の 1 回で対話が終わり, 継続的にユーザーの要求を聞き出そうとするものではない。

対話エージェントの中には, ユーザーの回答に応じて対話の内容を自動生成するものも存在する [8]。対話によって振る舞いを返る点では SSIP と類似するが, サービスの個人設定を対話によって更新・反映しようとする点で目的が異なる。

7. ま と め

本稿では, 一般ユーザーがより使いやすいスマートシステムの個人適応の枠組みとして SSIP (Smart System with Interactive Personalization) を提案した。SSIP の定義として, システムが満たすべき 3 つの要件を提示した。これらの要件を満たすことで, 対話を通してユーザーとシステムが個人設定を共創するスマートシステムが構築できる。また, 国際規格 SQuaRE の利用時の品質を活用し, SSIP を品質の観点から特徴づけし, サービス評価の指針を示した。最後に, ケーススタディとして, 「こころ」の見守りサービスを SSIP 化する改修事例を紹介した。

今後の課題として, 対話機能を元来持たない一般的なスマートシステムの SSIP 化手法の考察, および, SQuaRE 品質モデルに基づいた SSIP の評価手法の構築を目指したい。

謝辞 本研究の一部は JSPS 科研費 JP19H01138, JP18H03242, JP18H03342, JP19H04154, JP19K02973, JP20K11059, JP20H04014, JP20H05706 の研究助成を受けて行われている。

文 献

- [1] 内閣府, “資料 1 超スマート社会の姿と超スマート社会に向けた取組について,” <https://www8.cao.go.jp/cstp/tyousakai/kiban/3kai/siryoi.pdf>, Oct. 2015. (Accessed on 12/17/2020).
- [2] 宮崎義昭, “つながる世界に向けた品質の考え方,” <https://www.ipa.go.jp/files/000046839.pdf>, June 2015. (Accessed on 12/17/2020).

- [3] 三浦稚咲, 前田晴久, 佐伯幸郎, 中村匡秀, 安田清, “在宅高齢者を対象とした「こころ」の見守りサービスの試作と予備的評価,” 電子情報通信学会技術研究報告, 第 119 巻, pp.1–6, Aug. 2019. 栃木, 帝京大学宇都宮キャンパス.
- [4] 独立行政法人情報処理推進機構, “つながる世界のソフトウェア品質ガイド,” <https://www.ipa.go.jp/files/000055008.pdf>, May 2015. (Accessed on 12/17/2020).
- [5] 三浦稚咲, 前田晴久, 佐伯幸郎, 中村匡秀, 安田清, “Line チャットボットを用いた在宅高齢者の「こころ」の見守りサービスの実証実験,” 電子情報通信学会技術研究報告, 第 119 巻, pp.139–144, March 2020. 沖縄, 大濱信泉記念館.
- [6] J.O. Kephart and D.M. Chess, “The vision of autonomic computing,” Computer, vol.36, no.1, pp.41–50, 2003.
- [7] Microsoft, “Visual studio code - code editing. redefined,” <https://code.visualstudio.com/>, April 2016. (Accessed on 12/22/2020).
- [8] 榊原誠司, 佐伯幸郎, 中村匡秀, 安田 清, “在宅認知症カウンセリングシステムのための利用者の年代に応じた対話生成,” 電子情報通信学会技術研究報告, 第 117 巻, pp.37–42, Nov. 2017. 京都, 京都大学 KRP 拠点.