

IoT を活用した個人向け話題提供サービスの検討

野田健太郎[†] 和田 佳大[†] 佐伯 幸郎[†] 中村 匡秀[†]

[†] 神戸大学大学院システム情報学研究科 〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1

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

あらまし 本稿では、IoT 技術を活用し、ユーザに対して様々な話題を自律的に提供するサービスを検討する。このサービスでは、各ユーザに IoT が組み込まれた「ファミリア（使い魔、親友）」が与えられる。ファミリアはクラウド上に蓄積されている様々な話題から、そのユーザに適したものを探し出して、適切なタイミングで、声や文字・画像などで語りかけるサービスである。クラウド上の話題は、人間によるメッセージや Web 情報、センサ等、様々な情報ソースから生成される。本稿では特に、提案サービスのコンセプト、全体アーキテクチャ、データスキーマについて検討する。

キーワード 自律的、クラウドコンピューティング、コンテキストウェアサービス、IoT

A Study of Topic Delivery Service for Individuals Using IoT

Kentarou NODA[†], Yoshihiro WADA[†], Sachio SAIKI[†], and Masahide NAKAMURA[†]

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

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

Abstract In this paper, we examine a service that autonomously delivers various topics to end users using IoT. In the proposed service, every user is associated with a *familiar*, which is an IoT-embedded agent working as a close partner of the user. From various topics accumulated in a cloud, a familiar retrieves interesting topics for a user, and autonomously tells the topics to the user using voice, text or images in an appropriate timing. The topics in the cloud are generated from various information sources, such as direct messages, web information, sensors, and SNS. In this paper, we particularly study the concept, the overall architecture and data schema of the proposed service.

Key words autonomously, cloud computing, context-aware service, IoT

1. はじめに

IoT(Internet of Things) [1] やクラウドコンピューティングの発展をうけて、日本政府は科学技術基本法に基づいた第 5 期基本計画の 1 つとして、超スマート社会 [2] の 2020 年までの実現を発表した。超スマート社会とは、多様なシステムが相互作用することで、あらゆる人に高度なサービスが提供される、サイバー空間と現実空間が高度に融合した社会である。超スマート社会は、ロボット、人工知能、ビッグデータ、IoT、新たなネットワーク・デバイス技術などを駆使する未来像としてイメージされており、経済・社会などへ大きな変化をもたらすと期待されている。超スマート社会では、従来とは比にならないほどの多種多様で大量の情報に溢れると予想され、超スマート社会を生き抜くには、それらの情報を適切に収集・解析し、活用することが重要であると言われている。

多種多様で大量の情報に溢れる超スマート社会の到来にあたり、我々は特に人間の情報受信に関する次の 3 つの課題に着目

している：

課題 P1 (能動的な情報アクセスが必要) ユーザが望む情報を得るためには、必要な情報源に能動的にアクセスし、欲しい情報を自分で探さなければならない。現状では PC やスマートフォンを用いた情報検索が不可欠となっている。これらのデバイスや情報検索の操作は高度化しており、高齢者や身体障害者にとっては特に困難である。

課題 P2 (情報の過多) 超スマート社会において莫大な量や種類の情報が生成・発信されるが、必要とする情報はユーザ毎に異なる。自分にとって不要な情報が増えることにより、ユーザは必要な情報にたどり着くのがより困難となる。

課題 P3 (情報の表現が大衆向け) 一般的に、あらゆる情報はより多くの受信者(人間や機械を含む)が理解できるように、大衆向けの表現がされている。個人の受け取り方で考慮されないため、ユーザが必要な情報を見つけたとしても、その表現が気にいらず不快感を得ることがある。

本研究では、上記の課題 P1, P2, P3 を同時に解決する話題提供サービス、*Tales of Familiar* (テイルズ・オブ・ファミリア) を提案する。ファミリアとは元来人間に仕える妖精、あるいは、親友の意味である。提案サービスでは常にユーザの傍にいて、そのユーザのための話題(お話, テイルズ)を話しかけるエージェントを意味している。

提案サービスは大きく 3 つの機能を備えている。まず、大量に話題を生成するために、提案サービスには話題生成サービスがある。話題生成サービスは、超スマート社会における様々な情報源(例えば、ダイレクトメッセージや Web 情報、センサ, SNS 等)から手動あるいは自動で話題を生成する。話題は様々な情報をファミリアの話し言葉で表したものである。大衆的な情報表現をユーザの受け取りやすい表現に加工したものであり、これによって課題 P3 に対処する。

次に、大量に生成された話題を選別するために、提案サービスは話題選別サービスを持つ。話題選別サービスは、ユーザの嗜好や行動に基づいて、生成された様々な表現の話題からその時のユーザにふさわしい話題だけをピックアップする。これによって課題 P2 に対処する。

最後に、選別された話題をユーザに自律的に提供するために、提案サービスはファミリアを備えている。ファミリアは IoT を組み込んだぬいぐるみ、または、ロボットやヴァーチャルエージェントの形で実装され、選別した話題を適切なタイミングでユーザに語り掛ける。ユーザは自ら能動的に情報にアクセスしなくても、必要な情報はファミリアが届けてくれるようになる。これによって課題 P1 に対処する。

本稿では特に、*Tales of Familiar* のコンセプトと構成要素、および、各構成要素のはたらきを詳述する。はじめに、話題生成サービス、生成された話題の選別方法、ファミリアの行うべき処理について考察する。次に、サービスの全体アーキテクチャとサービスを実現するためのデータスキーマを説明する。さらに、そのデータスキーマに基づき、ユースケースシナリオを交えて、サービス全体の処理の流れを説明する。

2. 準備

2.1 超スマート社会

超スマート社会 [2] は、「必要なもの・サービスを、必要な人に、必要なときに、必要なだけ提供し、社会のさまざまなニーズにきめ細かく対応でき、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、言語といったさまざまな違いを乗り越え、活き活きと快適に暮らすことのできる社会」と定義されている。超スマート社会は 2020 年までの実現を目標としており、超スマート社会を実現する鍵として、IoT、ビッグデータ、人工知能、ロボットなどの科学技術が挙げられる。

また、クラウドコンピューティングや IoT の台頭に伴い、従来の Web や SNS から生成される情報に加えて、健康情報や走行データ、製品の稼働状況等、実世界の大規模データを取得・蓄積できるようになっている。こうした、実世界とサイバー世界における大規模で多種多様なデータを収集・蓄積し、様々な分野で横断的に活用する方法を生み出すことが、新たな付加

価値の源泉となり、超スマート社会を形作っていく。

2.2 超スマート社会における情報源の広がり

インターネットの普及によってメールや Web サイト、動画サイト、SNS といった様々な情報源から、日々大量の情報が発信されている。超スマート社会では、センサや IoT、各種スマートシステムが生成する情報も活用されるため、情報源はさらに増える。例えば、ユーザのリストバンドから取得した活動量や、スマートホームの家電の操作履歴、スマートシティ [3] において収集される環境センシング情報 [4] 等である。こうした新たな情報源はよりリアルでタイムリーな情報を与える。その一方で、情報の受け取り手は各情報源の性質を理解したうえで今まで以上に大量の情報と向き合わなければならない。

大量多岐にわたる情報を整理するために、キュレーションを行うサイトやサービスが目立っている(例: NAVER まとめ)。キュレーションとは、インターネット上の情報のある観点で収集・分類し、つなぎ合わせて新しい価値を持たせて共有する行為である。ある観点に基づいて情報が整理されているためわかりやすく、多くのユーザから支持を受けている。現状のキュレーションサイトは Web 情報のみを扱ったものが主流であり、キュレーションはサイトの運営者の主観に基づいて手動で行われる。この点において、あくまで大衆の情報を要約するという位置づけであり、ユーザー一人一人に合わせた情報の選別や表現を行うものではない。

2.3 超スマート社会における情報受信の課題

超スマート社会において、人による情報受信を考えたとき、我々は以下の 3 つの課題があると考えている。

まず、超スマート社会がこれまでの ICT システムやインターネットサービスの拡張として実現されるなら、ユーザは自分が必要な情報を得るために、情報源に能動的にアクセスする必要があることである。現状では、PC やスマートフォンを用いた検索が不可欠となっている。これらのデバイスの操作や情報検索の操作は高度化し、情報弱者にとってはますます困難になっている。このことが 1. で述べた課題 P1 に対応する。

また、超スマート社会において莫大な量の情報が生成・発信されるが、ユーザが必要な情報だけでなく、不正確・不必要な情報も増えることが予想される。目にする情報が増えれば増えるほどそれらの情報を処理することに時間がかかり、ユーザは自分が必要とする情報にたどり着くのが困難となるだろう。このことが 1. で述べた課題 P2 に対応する。

さらに、一般的に情報は多くの受信者が理解できるよう、大衆向けの表現がされており、個人の受け取り方まで考慮して表現されていない。このことが、情報の受信者によっては不快感を生む場合がある。超スマート社会が「あらゆる人が質の高いサービスを受けられる社会」であるならば、ユーザ個人に寄り添った表現がされている情報が得られるべきである。このことが 1. で述べた課題 P3 に対応する。

膨大な情報の中から自分に必要な情報のみを、素早く・的確に見つける能力を持つ人間は存在する。しかし、仕事や家事に追われる人や機械音痴の人、高齢者や身体障害者といった情報弱者にとって、情報の精査や高度な検索操作は容易ではない。

情報受信能力の格差は、超スマート社会で一層広がるだろう。

3. 提案サービス：Tales of Familiar

1. で述べた課題解決のため、本研究では Tales of Familiar(以降 ToF と呼ぶ) という話題提供サービスを提案する。

3.1 コンセプト

ToF は、超スマート社会における様々な情報源から、一人一人のユーザに合った情報を話題として取り上げ、ファミリアと呼ばれるエージェントがユーザに自律的に話題を話しかけるサービスである。ファミリアとは元来人間に仕える妖精、あるいは、親友の意味である。ファミリアが常にユーザの傍にいて、そのユーザのための物語 (Tales) を語り掛けるというのが ToF のコンセプトである。

図 1 を用いて、ToF のユースケースシナリオを説明する。このユースケースでは、まず、話題の生成で Web やセンサなどの情報源から情報を取得し、話題を生成している。話題の選別では、ユーザの個人情報に基づいて蓄積された話題からそのユーザに個人にとって価値のある情報を選別している。最後に、ファミリアがユーザ毎に選別された話題を提供している。

ToF を構成する特に重要なコンポーネントは、(C1) 話題、(C2) 話題の生成、(C3) 話題の選別、(C4) ファミリアの 4 つである。それぞれについて次節以降で述べる。

3.2 話題

話題とは、大衆的な表現である一次情報を、ユーザが受け取りやすいよう、ファミリアの話し言葉で表現したものである。超スマート社会における様々な情報から、何らかの方法で生成されることを想定している。例として「阪神が最下位に転落しました」という話題を考える。これは、阪神に興味のある野球ファンに向けてファミリアが提供する話題として、Web 上のスポーツ情報から生成されたことを想定している。各話題には、話題の情報源、発信者、カテゴリ、発信手段などのメタ情報を持つ。上の例では、情報源は「Web のスポーツ情報」、発信者は話題を作成した人(またはアプリケーション)の名前、カテゴリは「スポーツ/野球」、発信手段は「音声」となる。各話題に付与されたメタ情報は、話題の選別やファミリアによる情報提供の際に利用される。

図 1 では、生成後の話題と選別後の話題に分けて描かれている。生成後の話題には受信者を限定しない大量の話題が存在し、選別後の話題には各ユーザに向けた話題が存在している。

3.3 話題の生成

話題の生成では、超スマート社会における各情報源から得た情報をファミリアの話し言葉の表現に変換する。図 1 では、Web、センサ、家電を情報源とし、そこから得た情報から話題を生成している。また、Web から得た情報からは、「阪神が最下位に転落しました」という話題と「中日が 5 位に浮上しました」という話題の 2 つの話題が生成されている。

センサの例では、情報源としてスマートホームの温度センサを用いて、過去数日間の平均室温と今日の室温とを比較し「今日はここ最近で一番暑いので注意してください!」といった話題を生成している。また家電の例では、冷蔵庫のドアの状態か

ら「冷蔵庫が開いていますよ」という話題を生成している。

同じ情報でも話題として複数の表現方法が存在するため、一つの情報から複数の話題を生成することもできる。例えば、プロ野球の中日対阪神の試合結果が Web で公開され、中日と阪神の順位が入れ替わったことが報道された場合を考える。このとき、「阪神がついに最下位に転落しました...」と「中日が 5 位に浮上しましたよ!」という 2 つの話題を生成することで、阪神ファンと中日ファンのそれぞれに寄り添った話題を提供できる。話題の生成によって、大衆的な表現である一次情報は、受け取り手にとって受け取りやすい表現に変換される。これにより、1. で述べた課題 P3 に対応することを狙う。

3.4 話題の選別

話題の選別では、ユーザの個人情報に基づいて、そのユーザにとって価値のある話題を選別する。ここで、ユーザの個人情報とは、そのユーザの年齢や性別、住所、趣味や嗜好、NG ワード等の個人にひもついた情報を指す。生成された大量の話題のそれぞれには、メタ情報が付与されている。話題の選別においては、この個人情報とメタ情報とを照らし合わせ、そのユーザにとって興味のある情報がどうかを判定する。

図 1 では、話題と個人情報 DB を用いて、野田さん用の話題と安田さん用の話題とで異なる話題を選別し、選別後の話題に格納している。この例では、プロ野球の阪神タイガーズのファンである野田さんには、カテゴリに「スポーツ/野球」を持つ話題から、阪神タイガーズ関連の話題を選別している。また、安田さんは先の例のスマートホームに住む住人であり、スマートホームから生成された気温に関する話題が選別されている。なお、この話題は安田さん宅以外の家庭では意味を持たないため、野田さんには提供されない。

話題の選別により、生成された大量の話題から個人にとって価値の高いと推測される情報が選別される。これにより、1. で述べた課題 P2 に対応することを狙う。

3.5 ファミリア

ファミリアは、選別された話題をユーザに届ける役割を持つ。実際には、IoT を組み込んだぬいぐるみやヴァーチャルエージェント、ロボット等を用いて実装し、各ユーザに一体以上割り当てられる。ファミリアには様々な種類があり、種類によって異なる話題提供手段を持つ。例えば、ぬいぐるみは音声による話題提供、バーチャルエージェントは画面内のアバターと文字、画像で話題提供を行う。また、ファミリアは居間や玄関などの様々な場所に設置されるものとする。

ファミリアは、選別された話題を見張り、適切なタイミングでユーザに語りかける。語りかけるタイミングとしては、ユーザの要求時や、センサによる近接検知時、定時、緊急の話題の到着時など様々なものが考えられる。複数の話題が選別されている場合には、その時点で価値が高い話題から順に話しかける。話題の価値は、緊急度や生成からの経過時間、ユーザの興味等によって評価されることを想定している。

このように、選別後の話題を、ファミリアが時間・場所・状況等を考慮して自律的にユーザに発信することで、ユーザは PC やスマートフォンを能動的に操作することなく情報を得ること

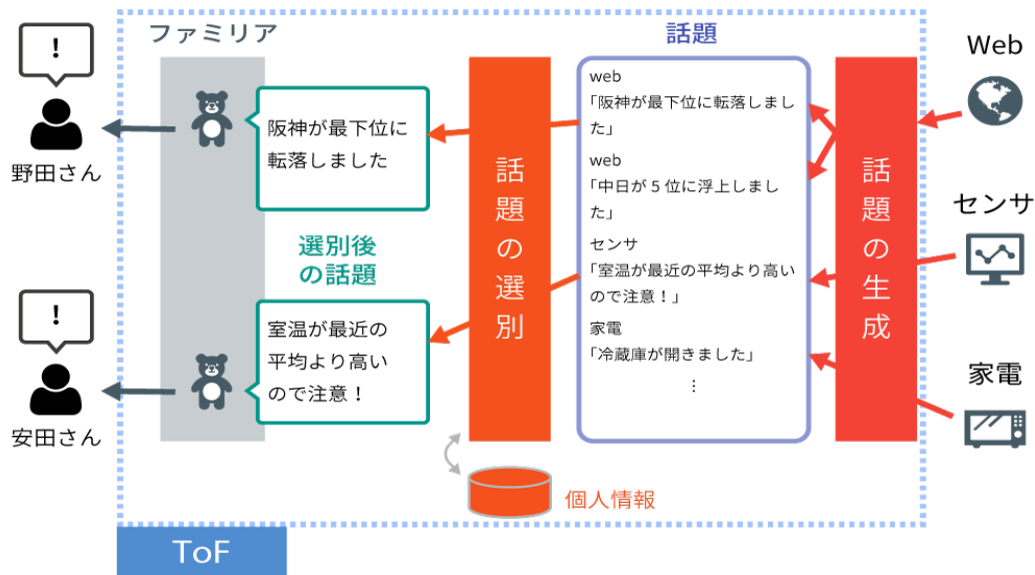


図 1 ToF のユースケースシナリオ

が可能となる。これにより、1. で述べた課題 P1 に対応する。

4. 設 計

4.1 全体アーキテクチャ

図 2 に ToF の全体アーキテクチャを示す。この全体アーキテクチャでは、まず、Writer が Web やセンサなどの情報源から情報を取得し、話題を生成する。生成された話題は GTale と呼ばれる話題のリポジトリに格納される。次に、Picker が GTale に蓄積された話題からユーザーに価値がある話題を選別している。選別された話題は選別された話題のリポジトリ LTale に格納される。なお、Writer が生成した話題のうち、最初から個人向けの話題であるとわかっているものは LTale に直接格納される。最後に、ファミリアが LTale に格納された話題をファミリアに提供する。提案アーキテクチャでは、ToF を以下の S1～S5 の要素で構成する。

S1:GTale グローバルな話題を蓄積するリポジトリ。Web や API などから一般向けに発信された情報をもとに生成された話題を格納するクラウド上の情報プール。GTale は 3. で述べた C1: 話題の生成後の話題を蓄積する。

S2:LTale ローカルな話題を蓄積するリポジトリ。人や家電などから個人向けに発信された情報をもとに生成された話題や、Picker によって選別された話題を格納するユーザー毎のプール。LTale は 3. で述べた C1:話題の選別後の話題を蓄積する。

S3:Writer Web やセンサ等、様々な情報源から得た情報から話題を生成し、GTale、LTale に格納する。Writer は人からのダイレクトメッセージ用の Writer や Web 用の Writer、センサ用の Writer 等、情報源ごとに用意する。これにより、ダイレクトメッセージや屋内環境センシングの結果と

いった、特定の個人を対象とした情報から生まれる話題は LTale に直接格納される。Writer は 3. で述べた C2:話題の生成に対応する。

S4:Picker GTale に格納されている話題の中から、ユーザーに合った話題をピックアップして、LTale に話題を格納する。また、LTale に話題を格納する際、その話題がどんな状況で提供されるべきかを考慮し、話題提供ファミリアを決定する。Picker は 3. で述べた C3:話題の選別に対応する。

S5:Familiar LTale に格納されている話題をユーザーに発信し、その話題に対するフィードバックを受け取る。Familiar は 3. で述べた C4:ファミリアに対応する。

4.2 データスキーマ

話題の効率的な検索を実現するために、データスキーマを規定する。図 3 に ToF の全体データスキーマを ER 図で示す。この ER 図は文献 [5] で示された記法に基づいている。四角はエンティティを表しており、(+) は親子関係、(+ ...) は参照関係、(+ o+) は派生関係を表す。Provider、User、Category、ContentType のマスタ情報を保存するテーブルのデータスキーマを図 4 に、GTale、GTag の GTale に関するテーブルのデータスキーマを図 5 に、LTale、LTag、Delivery、Familiar、Capability の LTale に関するテーブルのデータスキーマを図 6 に示す。各テーブルの詳細を以降で詳述する。

GTale GTale テーブルはグローバルな話題を格納する。各話題を識別する主キーとしてグローバル ID を持つ。また、ユーザーが話題のソースを知りたいときに簡単に情報源にアクセスできるように情報源という項目を持つ。さらに、話題の鮮度を管理するため、話題の廃棄日時を定義している。例えば、廃棄日時: 2016-08-23 21:11:11 ならば、その

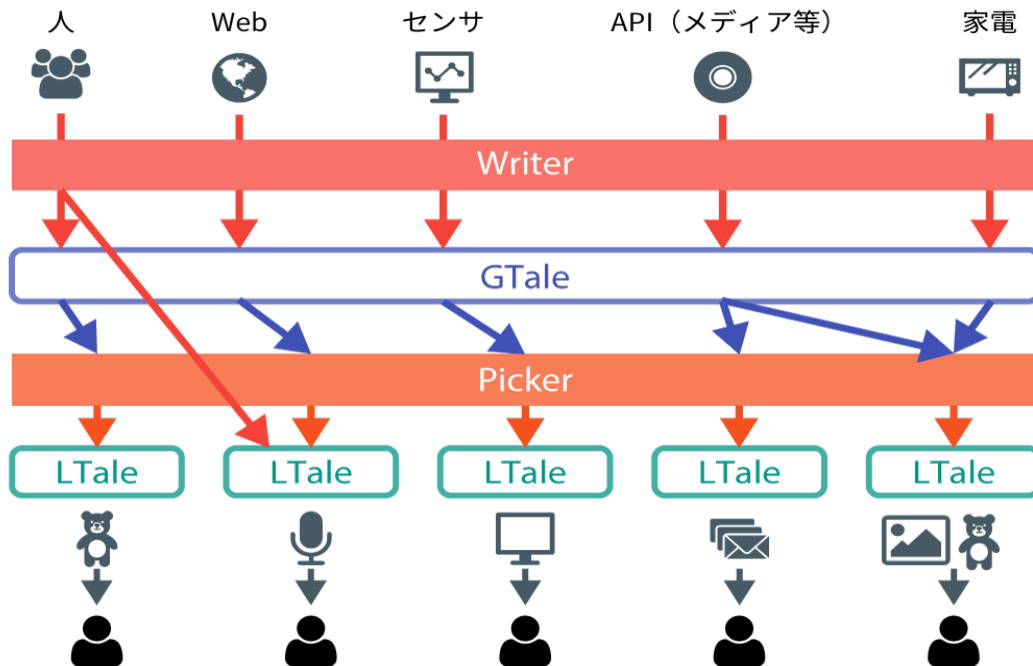


図 2 ToF の全体アーキテクチャ

時刻以降に Picker が起動した際は、処理をスキップする。GTale テーブルは、Provider, Category, ContentType に対して参照関係を持ち、S1:Writer は GTale テーブルに沿うように話題を生成する。

GTag GTag テーブルはグローバルな話題のメタ情報の 1 つであるタグ (検索に用いる任意の文字列) を格納する。GTag テーブルは、GTale テーブルと親子関係であり、一つの話題が複数のタグを持てる。そのために、グローバル ID とシーケンス番号を複合主キーとして持つ。S3:Picker は、主に GTag テーブルを利用してユーザにあう話題をピックアップする。

Familiar Familiar テーブルはファミリアの情報を格納する。ファミリア ID は各ファミリアを識別する主キーである。また、発信者 ID は User テーブルを参照し、ファミリアが情報を届けるべきユーザを指定する。

Capability Capability テーブルはファミリアが扱える話題提供形式が格納されている。GTag テーブルでは、個々のファミリアが複数のコンテンツタイプ ID を持っている。各ファミリアが複数コンテンツタイプ ID を持つために、ファミリア ID とシーケンスを複合主キーとして持つ。

LTale LTale テーブルはローカルな話題の情報を格納する。Picker によって選別された話題が格納され、グローバル ID の代わりにローカル ID を持つ。また、GTale テーブルでの情報に加え、ファミリア ID を持つ。ローカルな話題はそれを届けるファミリア毎に管理するために、ファミリア ID とローカル ID を複合主キーとして持つ。S5:Familiar はこのテーブルを利用してユーザに情報を提供する。

LTag LTag テーブルはローカルな話題の持つタグを格納する。LTag テーブルは、LTale テーブルと親子関係であり、

一つ一つの話題が複数のタグを持っている。各話題が複数のタグを持つために、ファミリア ID、ローカル ID、シーケンスを複合主キーとして持つ。

Delivery Delivery テーブルは話題の提供の記録を格納する。記録の識別子であるデリバリー ID、提供したファミリアの ID、提供した話題の ID、提供日時、ユーザからのフィードバック情報である。フィードバックは話題の再送やユーザの反応を学習し、個人情報を更新する目的に利用される。S5:Familiar は Delivery テーブルに提供した話題のフィードバックを格納する。

Provider Provider テーブルは情報発信者に関する情報を格納する。具体的には、発信者 ID、アカウント名、正式名称、属性を持つ。発信者 ID は情報発信者を識別する主キーである。

User User テーブルは人間のユーザの情報を格納する。ファミリアがユーザを呼ぶ際の呼び名や、連絡先メール、パスワード等を含む。例えば、図中の発信者 ID:3 のユーザは、ファミリアに「安田さん」と呼びかけられる。ユーザは情報発信者の一種でもあるため、Provider テーブルからの派生関係が定義される。Provider のうち属性が human であるインスタンスは、User テーブルも合わせて参照する。

Category Category テーブルは話題のカテゴリを格納する。GTale と LTale に参照され、S3:Picker による話題選別の際に利用される。

Capability Capability テーブルはファミリアが提供できる情報の提供手段をコンテンツタイプのリストとして保持する。GTale, LTale, Capability に参照され、選択された話題を提供するファミリアを決定する際に利用される。

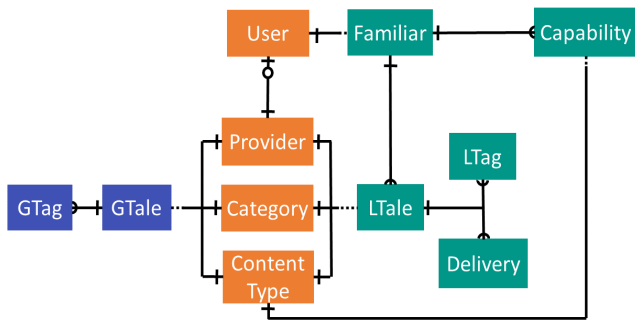


図 3 ToF の全体データスキーマ

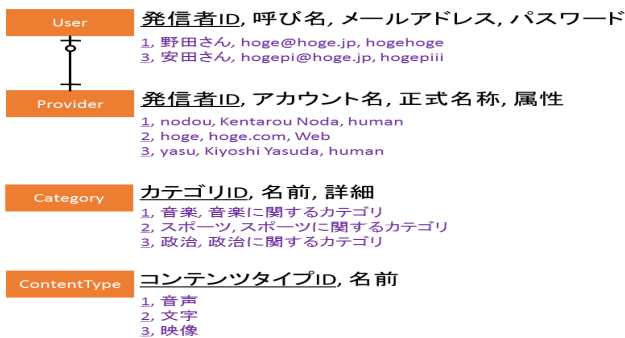


図 4 マスタ情報のスキーマ

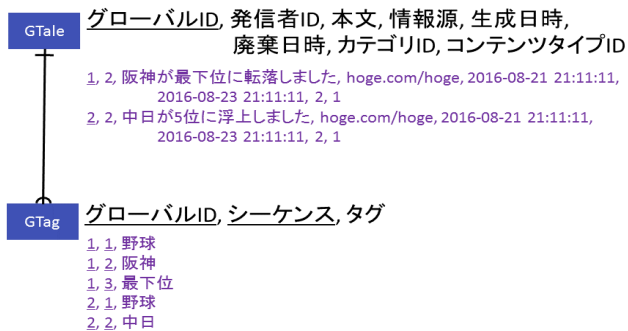


図 5 GTale に関連する情報のスキーマ

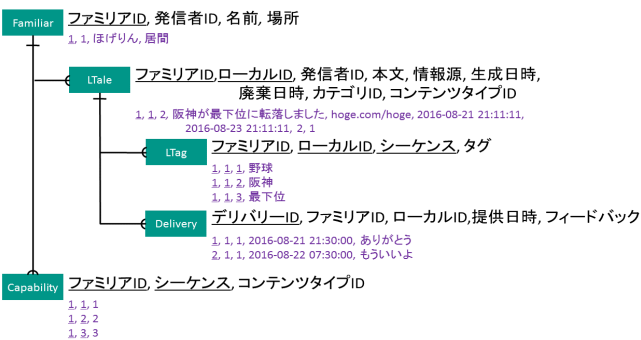


図 6 LTale に関連する情報のスキーマ

4.3 ToF のサービス実行の流れ

提案するデータスキーマに基づいて、図 1 のユースケースシナリオがどのように実現されるかを示す。

前提 話題の発信者は Web 上のサイトである hoge.com とし、ユーザ野田さんに向けた話題を生成すると仮定する (図 4、

Provider 及び User 参照)。野田さんは「ほげりん」というファミリアを持っている (図 6, Familiar 参照)。

STEP1 hoge.com 上に、プロ野球のセリーグ順位に関する情報が掲載される。Writer はその情報から球団ごとにスポットを当てた話題を生成し GTale に格納する。話題が生成される際、その話題につけられるタグを生成する (図 5, GTale 及び GTag 参照)。

STEP2 Picker は個人情報 DB から野田さんの個人情報を取得し、GTale 内の話題のカテゴリやタグを照らし合わせて、野田さんに価値がある話題「阪神が最下位に転落しました」をピックアップする。

STEP3 この話題のコンテンツタイプから、音声によって伝えるべき話題であることがわかる (図 4, Capability 参照)。Picker は野田さんのファミリア「ほげりん」によって扱えるコンテンツであることを確認し、LTale に話題を格納する。同時に、LTag のシーケンス、タグには GTag のものがそのままコピーされる (図 6, LTale 及び LTag 参照)。

STEP4 ほげりんは居間に設置されている (図 6, Familiar 参照)。野田さんが居間にいるのを人感センサで確認した「すらりん」は、音声で話題を話しかける。「野田さん、阪神が最下位に転落しました」。野田さんは「ありがとう」と返す。話題提供の記録とそのフィードバックを Delivery に格納する (図 6, Delivery 参照)。

5. おわりに

本稿では、超スマート社会に向けた、情報弱者のための自律的な話題提供サービス Tales of Familiar (ToF) を提案し、そのコンセプトと概要を述べた。提案サービスでは、様々な情報源から話題を生成し、ユーザの個人情報を用いて、そのユーザに価値がある話題を選別して、センサやマイクを収容した IoT デバイスであるファミリアが、自律的にユーザにそれらの話題を提供する。今後、提案サービスのプロトタイプ実装及び試験運用を行っていく。

謝辞 この研究の一部は、科学技術研究費 (基盤研究 B 16H02908, 15H02701, 26280115, 萌芽研究 15K12020) の助成を受けて行われている。

文 献

- [1] J. Gubbi, R. Buyya, S. Marusic, and M. Palaniswami, "Internet of things (iot): A vision, architectural elements, and future directions," Future Generation Computer Systems, vol.29, no.7, pp.1645-1660, 2013.
- [2] 文部科学省, "平成 28 年版 科学技術白書", pp.43-80, 2016.
- [3] R.G. Hollands, "Will the real smart city please stand up?," City: analysis of urban trends, culture, theory, policy, action, vol.12, no.3, pp.303-320, 2008.
- [4] 榊原誠司, 佐伯幸郎, まつ本真佑, 中村匡秀, "自律センサボックスを活用したスマートシティ屋内環境センシングサービスの開発," 電子情報通信学会技術研究報告, 第 115 巻, pp.25-30, Mar. 2016.
- [5] 渡辺幸三, "販売管理システムで学ぶモデリング講座", 翔泳社, 2008.