

音声つぶやき SNS™ の製造現場への適用

Application of Voice Tweet SNS to Manufacturing Sites

知野 哲朗 上野 晃嗣 宮森 翔子

■ CHINO Tetsuro ■ UENO Koji ■ MIYAMORI Shoko

東芝は、医療・介護現場における多職種従業者間の円滑なコミュニケーションを実現する“音声つぶやき SNS™”を2014年に製品化した。そこで使われる技術は、昇降機などの保守現場でも活用されている。

今回、この技術の更なる活用拡大を目的として、その改良版の製造現場への適用を試みた結果、安全パトロール業務や製品製造業務において、この技術を有効に活用できることを確認した。特に製品製造業務では、作業状況の記録に加えて製造現場全体の業務進行状況の相互把握や、設計部門や保守部門など製造現場外の関連部門との情報共有に有効である。また製造現場環境で生じる課題として、高い環境雑音への対応や、ハンズフリー性及びアイズフリー性の必要性などが洗い出され、これらを解決するためヘルメット装着型の補助HI（ヒューマンインタフェース）デバイスを試作し、現場試行によってその有効性を確認した。

In 2014, Toshiba developed and released a voice tweet social networking service (SNS) for home medical care services to facilitate smooth communication among multiple healthcare professionals and caregivers working at different locations. Technologies for the voice tweet SNS have also been applied to maintenance work for machinery, such as elevators.

To further expand the availability of the voice tweet SNS, we are now improving the performance of the system toward its application to manufacturing sites. From the results of experiments conducted in conjunction with operations at one of our manufacturing sites, we have confirmed that the voice tweet SNS is effective in enhancing mutual awareness of process status among workers in charge of various manufacturing processes and cooperation with relevant departments such as design and maintenance departments, as well as various manufacturing-related operations including on-site safety patrols and record-keeping. We have also developed a prototype auxiliary human interface (HI) device for mounting on helmets to solve issues that arise at manufacturing sites such as extremely high background noise and requirements for hands-free and eyes-free operations, and confirmed its effectiveness.

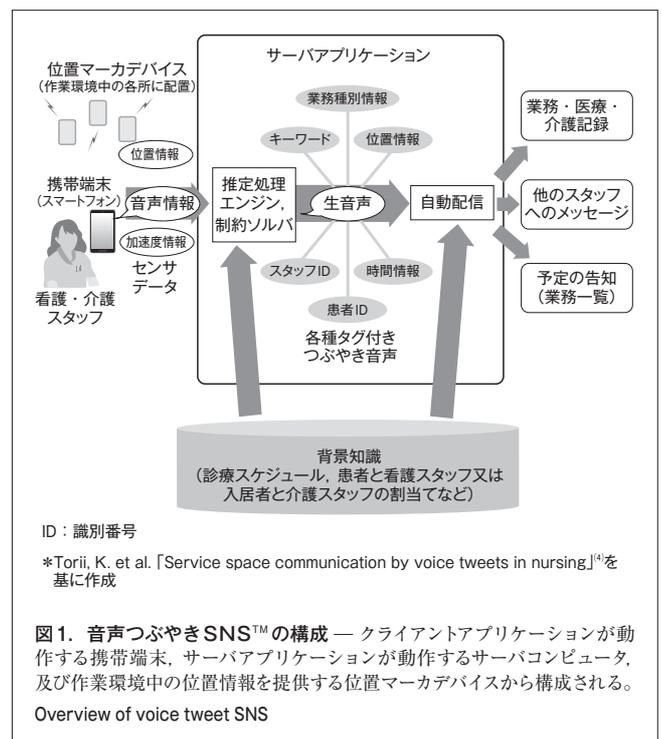
1 まえがき

東芝は、医療・介護現場における多職種にわたる従業者間の円滑なコミュニケーションを実現する“音声つぶやき SNS™”を2014年に製品化した^{(1), (2)}。そこで使われる技術は、昇降機などに代表される設備機器を保守する現場でも活用されている⁽³⁾。

今回、この技術の活用を更に拡大するため、その改良版を製造現場に適用して有効性を検証した。その結果、この技術が安全パトロール業務で親和的に活用できること、また製品製造業務で、作業状況の記録に加えて製造現場全体の業務進行状況の相互把握や、設計部門や保守部門など製造現場外の関連部門との連携支援において、有効に活用できることを確認した。

一方、製造現場環境で生じる課題として、高い環境雑音への対応や、ハンズフリー性及びアイズフリー性の必要性などが洗い出された。その解決策としてヘルメット装着型の補助HIデバイスを試作し、現場で試行した結果、その有効性を確認できた。

ここでは、音声つぶやき SNS™ の概要と従来の適応事例を



述べるとともに、今回実施した製造現場での試行事例の概要と結果、更に製造現場での課題と対策について述べる。

2 音声つぶやき SNS™ の概要

既に開発した音声つぶやき SNS™ について、構成及び機能の概要とユースケースを述べる。

2.1 構成

音声つぶやき SNS™ の構成の概要を図1に示す。

このシステムは、クライアントアプリケーションが動作し各ユーザーが携行する携帯端末（スマートフォン）、サーバアプリケーションが動作するネットワーク上のサーバコンピュータ、及び作業環境中に配置され無線信号によって位置情報を提供する位置マーカデバイスから構成される。これら構成要素が無線ネットワークを通して連係動作する。また、携帯電話通信網やGPS（全地球測位システム）などといった既存の情報基盤システムとも、適宜連係動作するようにしている。

作業環境内を移動しながら業務に従事する各ユーザーは、携行する携帯端末を通してつぶやき音声を送付したり、他者からのつぶやき音声を授受したりできる。すなわち、このシステムによって、業務を遂行しながらの音声による多人数コミュニケーションが実現される。

2.2 機能

携帯端末に内蔵されている加速度センサなどの各種センサ情報や、位置マーカデバイスからの無線信号が適宜無線ネットワークを通して、サーバへ送付される。サーバアプリケーションには、キーワード音声認識エンジンや、位置推定エンジン、行動推定エンジンなどの推定処理エンジンがあり、各携帯端末から送付されてくる音声情報や、位置情報、加速度情報に対して認識・推定処理を行う。これによって、それぞれ

発話内容、位置、及び行動種別の候補が出力される。

更に、サーバに内包されている制約ソルバが、前述の候補とあらかじめ用意する対象業務及び職場に関する背景知識との整合性に基づいて最適な候補を選択し、それぞれを付加情報であるタグ情報として抽出し、メッセージであるつぶやき音声に付与する。

つぶやき音声は、それぞれに付与されたタグ情報に基づいて自動分類され、適切な利用者に送付されたり、自動分類・記録されたりする⁽⁴⁾。

2.3 ユースケース

このシステムのユースケースを図2に示す。前述のシステムの構成と機能によって、各ユーザーがなんらかの情報を記録したり、必要な他者に伝達したりしたいときには、所持している携帯端末を使って、現場でつぶやくだけで、観察や気づきを記録できたり、他のユーザーに配信したりできる。

3 従来の対象領域での活用

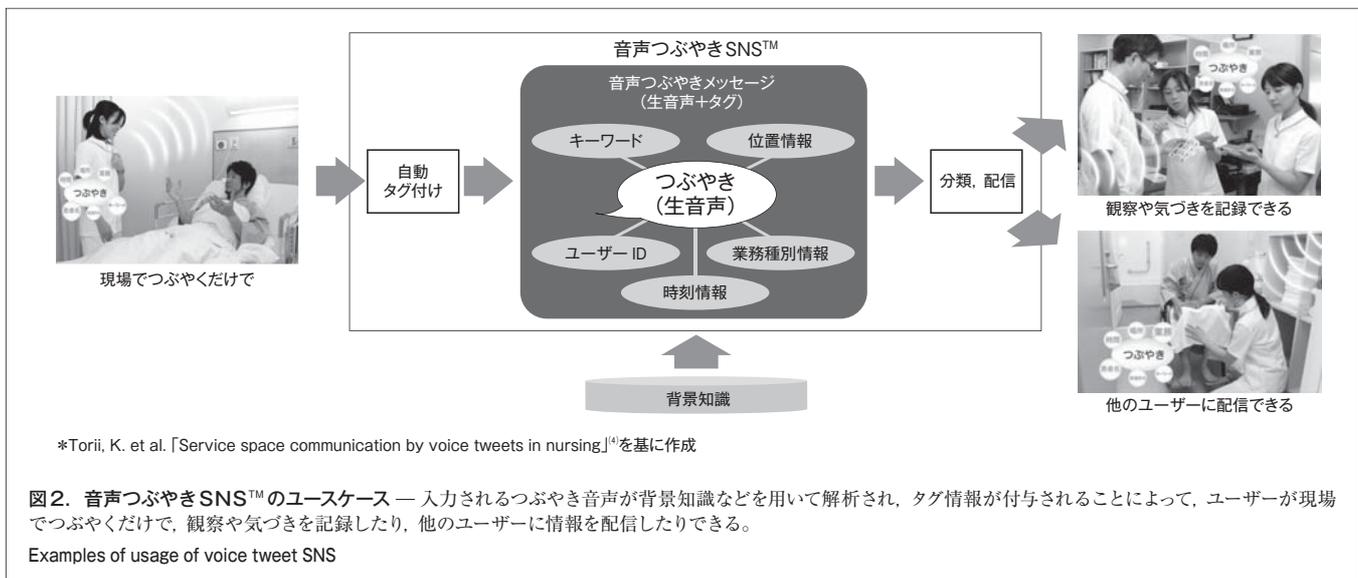
音声つぶやき SNS™ が当初、ターゲットとした医療・介護現場と既に活用を進めている機器保守現場での活用方法について述べる。

3.1 医療現場

医療機関では、広い院内をチームで巡回しながら作業を行う“褥瘡（じょくそう）回診業務におけるチーム内連携”や、手術室と病室の間での連携が必要となる“カテーテル手術などにおける患者搬送看護師との連携”、“内視鏡検査及び手術における麻酔医との連携”などで、このシステムを活用できる^{(3), (5)}。

3.2 介護現場

介護施設では、移動や、入浴、食事に介護士の支援が必要な入居者に対する“入浴介助業務における入居者の移動及び



更衣介助”や、“食事介助業務における入居者の移動及び摂食介助”，介護士の人数に限られる“夜勤業務などにおけるナースコール対応，及びセンサコール対応”などで，このシステムが活用できる^{(3), (5)}。

3.3 機器保守現場

昇降機の保守は，作業員が現場に赴き，単身で作業を行う場合や，作業員どうしが常時相互に視認できない環境で作業を行う場合がある。そのため，“危険防止点呼などによる作業前，作業時，作業後の安全確認”の徹底が重要である。また，現場では“顧客からもたらされる各種情報の集積及び共有”や，“保守現場と営業所間での安否確認，故障復旧支援などの相互連絡”などで，このシステムを活用できる。

特に第一の安全確認応用例について，当社の営業所において実験を行った。その結果，現状の手書きからつぶやきでの登録に運用が変わることで，被験者の約80%が負担軽減になると回答するなど，その実効性を確認している⁽³⁾。

4 製造現場への適用

音声つぶやきSNS™の改良版を用いた，製造現場での試行事例について述べる。

4.1 安全パトロール業務

このシステムを実際の製造現場に持ち込み，作業員が構内の安全パトロールを行う業務で試行実験を行った。200余件のつぶやき音声を収集し分析した結果，このシステムでは，現場などの写真を撮影しコメントとしてつぶやき音声を付与する機能も持っているため，このシステムが安全パトロール業務と親和性が高く，有益であることを確認した。

4.2 製品製造業務

このシステムを実際の製造現場に設置し，製造業務従事者が業務中にこのシステムを試行した。1,400余件のつぶやき音声を収集し，製造現場で使用した際の特徴と内容を分析するとともに，可能な活用方法を分析した。

4.2.1 つぶやき音声の特徴

製造現場における業務中に発せられたつぶやき音声の特徴の一つとして，発話時間長と発話文長との分布状況を図3に示す。発話文長は最長140文字，最短1文字，平均32.1文字，標準偏差23.7文字で，ばらつきが大きいことがわかった。一方，話速は最速8.7文字/秒，最遅0.2文字/秒，平均3.5文字/秒，標準偏差1.3文字/秒で，話速が極端に遅いつぶやき音声は，発話途中の長い沈黙や，操作ミスなどを含む一定数の変則的な発話を含んでいると考えられる。そういった発話を除外すれば，話速は約3.5文字/秒(2.2～4.8文字/秒，標準偏差±1.3文字/秒)付近で安定していることがわかった。

4.2.2 つぶやき音声の内訳と活用方法

次につぶやき音声の内訳と活用方法の例を図4に示す。まず，発話の

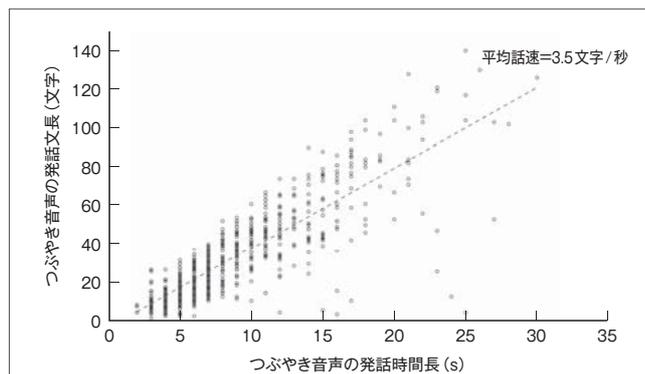


図3. つぶやき音声の発話時間長と書き下し文字列長の分布 — 実際の製造現場での試行実験で，各ユーザーが入力したつぶやき音声の発話長と書き下し文字列長の分布を調べた。発話長には大きなばらつきが観察されるものの，発話速度は比較的安定していることがわかる。

Distributions of lengths of voice tweets and lengths of transcribed texts

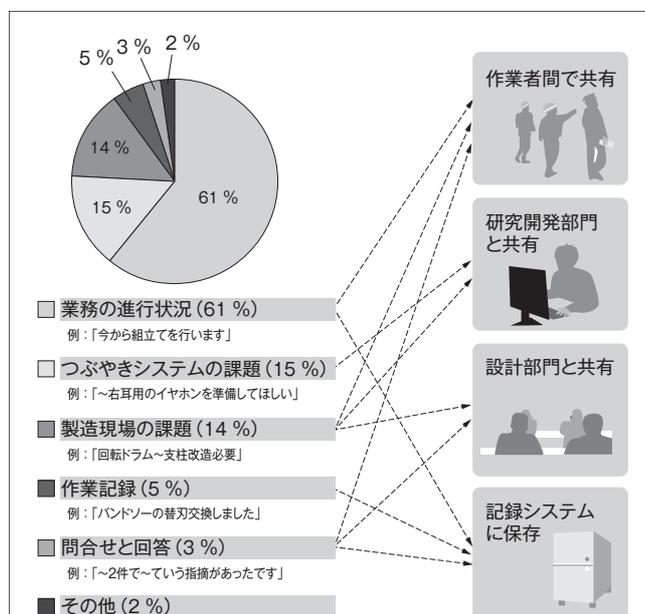


図4. つぶやき音声の内訳と活用方法の例 — 実際の製造現場での試行実験で，ユーザーが入力したつぶやき音声はいくつかの分類ができ，それぞれに活用方法が考えられる。

Example of categories of voice tweets and their applications

61%が“業務の進行状況”の報告であった。この情報は，作業員間で共有することで，各時点における職場全体の進捗の概要を相互に把握することに活用できる。更に，この情報を，設計部門などの他の部門とも共有することで業務手順や部品仕様の改善の基礎データとして活用することや，記録システムに保存して作業エビデンスの一部とすることも可能である。

業務の進行状況以外の特徴は，おおむね，“システム課題”の報告(15%)，“製造現場課題”の報告(14%)，及びそれ以外(10%)に三分されることがわかった。システム課題はシステム開発者である研究部門と共有し，製造現場の課

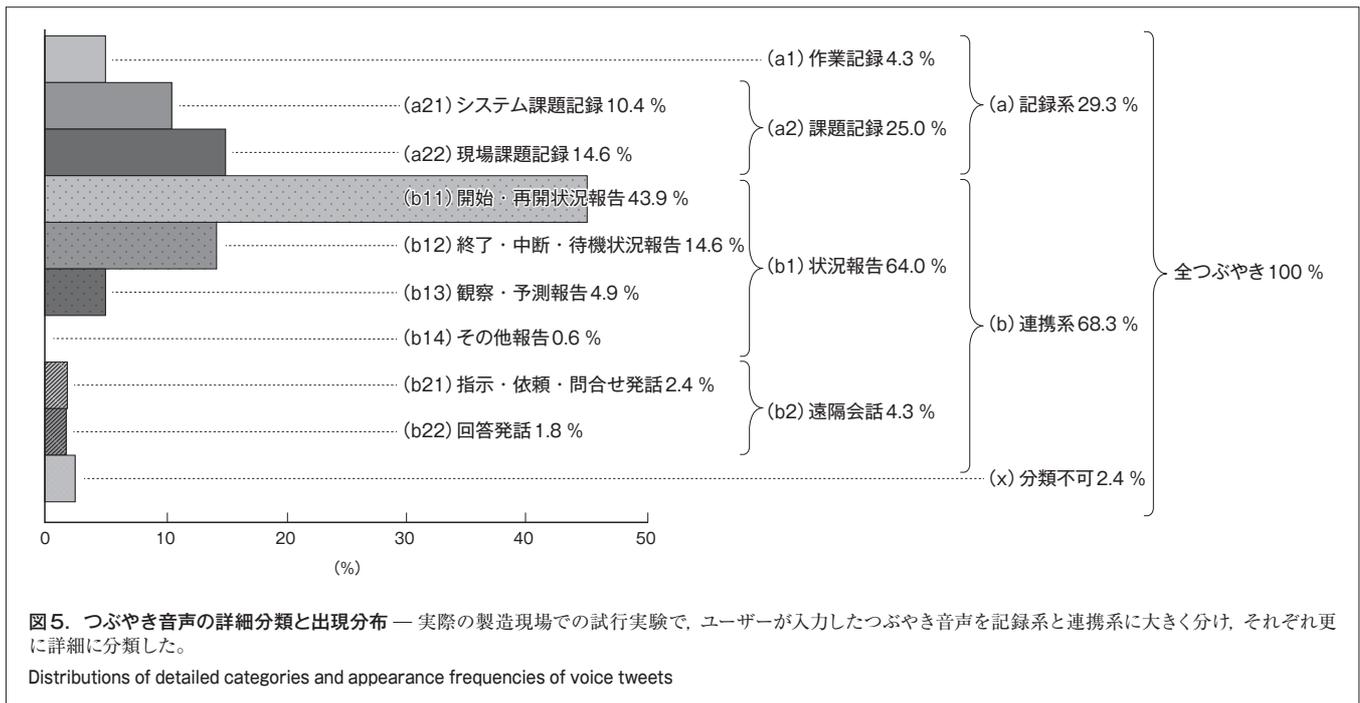


図5. つぶやき音声の詳細分類と出現分布 — 実際の製造現場での試行実験で、ユーザーが入力したつぶやき音声を記録系と連携系に大きく分け、それぞれ更に詳細に分類した。

Distributions of detailed categories and appearance frequencies of voice tweets

題は、設計部門や作業員間で共有することで活用できる。それ以外に分類されたつぶやき音声には、製造に使われる道具の消耗品の交換記録など“作業記録”のための発声（5%）や、作業員間の“問合せと回答”などの遠隔会話（3%）が含まれている。この構成比率は、行われる業務の種類や、作業員の数及び役割、製造現場内での作業員及び作業場所の配置などによって変化しうるものであるが、新しい多人数音声コミュニケーション支援システムである音声つぶやきSNS™の実活用のようすを示す一例として捉えられる。

4.2.3 つぶやき音声の詳細分析 今回の製造現場での試行で授受されたつぶやき音声の詳細分析として、各利用者のつぶやき音声をその意味内容に基づいて更に詳細に分類した結果を、図5に示す。

(a) 記録系のつぶやき音声の中では、(a22) 現場課題の記録が最多であり、これはこのシステムのもくろみに合致している。これらの課題を、チーム内の担当者やリーダー、別チームの担当者、前工程や後工程などの必要な担当者に、適切なタイミングで伝達できれば、最終目的である業務プロセスの改善につながる事が期待される。

(b) 連携系の中では、(b11) 開始・再開状況報告がその過半数を占めることがわかる。これは(b12) 終了・中断・待機状況報告の3倍近くに当たり、両者の数はアンバランスである。これは、作業の開始については報告されやすいが、作業の終了の報告は、例えば次の作業の開始報告などによって代用されるなどして、省略されることが多いことの現れであると考えられる。(b13) 観察・予測報告を含めて、全体の約2/3を占める(b1) 状況報告は、これまでの医療・介護現場での試

行実験からも、各利用者が直接は観察することができない現場内の他の場所で、何が起きているのかを推察する際の手がかりとなる情報を与え、それによって各作業員の仕事の段取りを改善させる効果が確認されている。今回の試行実験でもそういった有益な情報が、つぶやき音声として共有されていることを確認した。

これに対して、(b2) 遠隔会話に分類されたつぶやき音声は、今回はわずか4.3%にとどまった。今後、遠隔コミュニケーション支援機能を強化し、作業員間のスムーズな連携の支援の実現を目指す。

5 製造現場適用での課題

5.1 環境騒音

製造現場は一般的に雑音が多く、音声認識処理にとっては過酷な環境である場合が多い。更に、今回収集したつぶやき音声データの分析から、かなり長い発話がなされるほか、発声途中に無音区間がしばしば観察され、ユーザーが現場のようすを観察しつつ考えながら発声をする場合が多いことも明らかになった。つまり、高性能な音声区間検出技術と耐雑音処理技術がまず重要である。

5.2 ヘルメット装着型補助HIデバイス

多くの製造現場では、転落や転倒の危険がある作業環境の中で、安全を確保しながら移動したり、物品を保持したり、運搬したり、あるいは機器を操作したりする必要があるため、ハンズフリー性やアイズフリー性の確保が重要である。このシステムが利用する音声というメディアは、本来的にこの点での優



図6. ヘルメット装着型補助HIデバイス—製造現場での課題として、耐雑音性、要ハンズフリー性、及び要アイズフリー性が重要であり、その解決策として試作した。

Prototype helmet-mounted auxiliary HI device

位性を持つが、利用場面によっては、音声入力の開始や終了、あるいは閲覧や検索などで操作あるいは確認のためのHIが必要となる。また、危険性のある職場で業務するユーザーが装着しなくてはいけないヘルメットや、安全帯、防護眼鏡といった安全具や保護器具との干渉も避ける必要がある。そこで、今回、ヘルメット装着型の補助HIデバイスを試作した(図6)。

補助HIデバイスは、指向性ブームマイク、片耳用のヘッドホン、手元のリモートスイッチから成り、高い騒音環境の下でも、このシステムを準ハンズフリー、かつアイズフリーに利用することができる。この補助HIデバイスの現場での試用によって、その有効性を確認するとともに、更なる改良のための課題を洗い出すことができた。

6 あとがき

医療や、介護、機器保守の現場で活用を進めている音声つぶやきSNS™について、その改良版を製造現場に適用するにあたって実施した、安全パトロール業務と製品製造業務での試行実験の概要と結果を述べた。安全パトロール業務については、このシステムと高い親和性があることを確認した。製品製造業務については、つぶやき音声の分析によって、その発声長が大きくばらつくことや、発話の中断がしばしば観察されること、業務の進行状況の報告が大半を占めることを明らかにした。また、製造現場でも、音声つぶやきSNS™を活用することで、作業者の記憶や感覚に頼らない、正確な時刻や推定された位置情報が情報に付与され、作業記録や業務中の作業員の気づき(課題、ノウハウ、連絡事項など)を、効率よく収集できる可能性があることを確認した。更に、つぶやき音声を適切に作業員間で共有することによって、職場全体の業務の進行状況の概要を、作業員全員が相互に把握することを支援できる可能性を持つこともわかった。また、製造現場での活

用で特に顕著な課題となる、耐雑音性、要ハンズフリー性、及び要アイズフリー性に対して、試作したヘルメット装着型の補助HIデバイスが一定の有効性を持つことを確認した。

このシステムの今後の課題としては、まず音声認識に代表される各種推定処理の高精度化やロバスト化が必要である。更に、背景知識の拡充や、タグ付与、分類機能、配信制御機能、といった知的処理技術の高度化に加えて、様々な製造業務の中でこの音声つぶやきSNS™をストレスなくかつスムーズに活用できるようにするUX (User Experience) の設計と実現が必要である。また、蓄積されるつぶやき音声の更なる活用方法の検討も必要である。

この音声つぶやきSNS™は、独立行政法人(現 国立研究開発法人) 科学技術振興機構 社会技術研究開発センターの「問題解決型サービス科学研究開発プロジェクト」の「音声つぶやきによる医療・介護サービス空間のコミュニケーション革新」プロジェクト⁶⁾で開発された技術に基づいている。

文献

- (1) 鳥居健太郎 他. 在宅医療・介護従事者間のコミュニケーションを支援する音声つぶやきSNS. 東芝レビュー, 69, 11, 2014, p.22-25.
- (2) 東芝情報システム. “音声つぶやきSNS-やさしい音声入力インターフェイスで在宅医療・介護の他職種コミュニケーションを支援”. 東芝情報システムホームページ. <<http://www.tjsys.co.jp/page.jsp?id=4195>>, (参照 2015-05-19).
- (3) 知野哲朗 他. “音声つぶやきによる業務支援(昇降機保守, 医療, および介護現場での活用事例の紹介)”. 昇降機・遊戯施設等の最近の技術と進歩: 日本機械学会 No.13-86 技術講演会講演論文集. 東京, 2014-01, 日本機械学会, 2014, p.39-42.
- (4) Torii, K. et al. "Service space communication by voice tweets in nursing". Advances in the Human Side of Service Engineering. CRC Press, 2012, p.443-451.
- (5) 内平直志 他. “戦略的創造研究推進事業(社会技術研究開発)平成24年度研究開発実施報告書 研究開発プログラム「問題解決型サービス科学研究開発プログラム」研究開発プロジェクト「音声つぶやきによる医療・介護サービス空間のコミュニケーション革新」. 社会技術研究開発センターホームページ. <http://www.ristex.jp/examin/service/pdf/kenkyu_h24_5.pdf>, (参照 2015-03-27).



知野 哲朗 CHINO Tetsuro

研究開発統括部 研究開発センター 知識メディアラボラトリー主任研究員。自然言語処理及びヒューマンインタフェースの研究・開発に従事。情報処理学会、サービス学会会員。Knowledge Media Lab.



上野 晃嗣 UENO Koji

研究開発統括部 研究開発センター 知識メディアラボラトリー研究主務。音声認識サービスの設計・開発に従事。情報処理学会会員。Knowledge Media Lab.



宮森 翔子 MIYAMORI Shoko

研究開発統括部 研究開発センター 知識メディアラボラトリー。音声認識応用及びヒューマンインタフェースの研究・開発に従事。Knowledge Media Lab.