

音声つぶやきによる医療・介護の時空間コミュニケーション

つぶやき配信制御で看護師・介護士の行動がどのように変わるか？

Temporal-Spatial Communication for Nursing and Caregiving Services

How can smart voice messaging control their behaviors?

内平直志^{*1} 崔舜星^{*2} 平石邦彦^{*2} 鳥居健太郎^{*1} 知野哲朗^{*1} 平林裕治^{*3} 杉原太郎^{*2}
 Naoshi Uchihira Sunseong Choe Kunihiko Hiraishi Kentaro Torii Tetsuro Chino Yuji Hirabayashi Taro Sugihara

^{*1} 東芝 研究開発センター Toshiba Corporation ^{*2} 北陸先端科学技術大学院大学 Japan Advanced Institute of Science and Technology ^{*3} 清水建設 技術研究所 Shimizu Corporation

The project titled “Innovation for Service Space Communication by Voice Tweets in Nursing and Caring” is one of the projects of JST RISTEX Service Science, Solutions and Foundation Integrated Research Program (S³FIRE). We have been developing a smart voice messaging system for nursing and caregiving services. This paper introduces an information supervisory control model as a basic model of the system. Then, we clarify the hypothesis to be verified by field test, virtual field test, and simulation from perspective of information supervisory control.

1. はじめに

独立行政法人 科学技術振興機構(JST)の社会技術研究開発センター(RISTEX)は、サービス科学分野の研究開発の振興を目的として、問題解決型サービス科学研究開発プログラムを2010年度から開始した。筆者らは「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」を提案し、2010年度に採択された(期間:2010.10~2013.9)。本プロジェクトでは、看護・介護の間接業務の効率向上を主目的として、音声メッセージとSNS/マイクロブログ的なコミュニケーションを融合した音声つぶやきによる時空間コミュニケーション支援システム(以下、音声つぶやきシステム)を開発している[内平 11, 内平 12]。本システムの特徴は、スマートフォンから音声つぶやきを受信し、それを必要とする人に必要な情報だけ適切なタイミング、適切な場所、適切な形式で配信する「つぶやき交換機」にある(図1)。

本稿では、つぶやき交換機の本質を表現する「情報スーパーバイザ制御モデル(information supervisor control model)」を提案し、つぶやき交換機の優位性を検証するための仮説と検証方法について考察する。

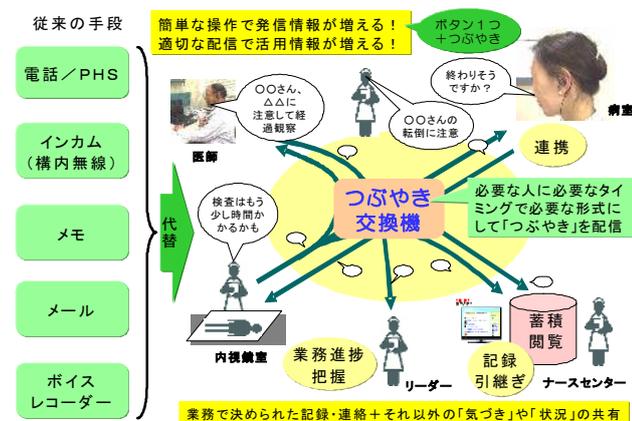


図1: 音声つぶやきシステムとつぶやき交換機

2. 看護・介護コミュニケーションの目的と手段

音声つぶやきシステムを設計・評価するためには、ベースとなるコミュニケーションのモデル化が必要である。これまでも、筆者らは看護・介護の業務プロセスの観点から、離散事象システムによるモデル化の検討を行ってきた[鳥居 11, 平石 11]。具体的には、看護師、介護士の連携業務をペトリネットモデル化し、シミュレーションにより、連携支援の有無の効果を定量的に評価した。これらは、コミュニケーションシステムのモデル化に加えて、情報の送り手と受け手の挙動も離散事象モデルで表現し、シミュレーションを行ったものである。しかし、実際は機械のように単純にはモデル化できないため、人間的要素をどのように扱うかが課題であった。以下では、まずコミュニケーションの目的と手段を整理し、つぶやき交換機の位置づけを明確にする。

2.1 コミュニケーションの目的

本プロジェクトの協力機関(中規模病院、介護付き老人ホーム)等での業務観察・ヒアリング・音声収録実験に基づき、看護・介護の行動型サービスのコミュニケーションの目的を表1に整理した。ここでは、自分自身のためのメモも、現在の自分から将来の自分へのコミュニケーションとして扱っている。また、一人(人-機械-一人)のコミュニケーションを対象とし、コンピュータへのデータ入力など、人-機械のコミュニケーションは分類の対象外とした。

2.2 コミュニケーションの手段

看護・介護のコミュニケーション手段を文献[松尾 99](P72,表3.1.2)などを参考に整理した(表2)。ここで、仲介(人間)とは、昔の電話交換手的な手段を意味している。表3は、表1の各目的に対する各手段の適合性を示したものである。コミュニケーション手段には、それぞれ特徴があり、現場では複数の手段を併用している。しかしながら、看護や介護のような行動型サービスにおいては、キーボード操作は難しく、複数の機器を身につけることも避けたい。音声つぶやき交換機は、ハンズフリーの音声入力をベースとして、複数のコミュニケーション手段(音声メール、掲示板、インカム、SNS、仲介)を一元的に提供することを狙っている。これらの様々なコミュニケーション手段を一元的に扱うためのモデルとして情報スーパーバイザ制御を導入する。

連絡先: 内平直志, 東芝研究開発センター, 〒212-8582 川崎市幸区小向東芝町1, naoshi.uchihira@toshiba.co.jp

3. つぶやき交換機のモデル

3.1 情報スーパーバイザ制御

協調しながら並行的に動く離散事象システムの仲介的制御モデルにスーパーバイザ制御(supervisory control)があり、主に機械のシーケンス制御の分野で多くの先行研究がある。従来のスーパーバイザ制御は、離散事象システムが制御仕様を満たすように次に生起できる事象(event)を指示することで直接的な制御を行っている[機械学会 06]。ここでは、従来型のスーパーバイザ制御を「事象スーパーバイザ制御(event supervisory control)」と呼ぶことにする。看護師・介護士も協調しながら並行的に動くが、制御対象が機械でなく人間であるため、事象スーパーバイザ制御でモデル化するのは無理がある。具体的には、コミュニケーションを仲介するつぶやき交換機のモデル化には下記の点を考慮する必要がある。

- A)人間の情報処理能力には限界がある(すべての情報を利用した最適な判断を短時間で行うことは難しい)。
- B)人間は提示された情報に基づき最終的には自分で判断して行動する。
- C)人間はコード化(形式知化)されていない暗黙的な知識も用いて行動する。すべての知識をコード化することは非現実的である(人間の挙動は完全にはモデル化できない)。
- D)人間は、必要ならば情報の確認や問い合わせができる。また、情報に対するフィードバックができる。
- E)人間の行動はばらつきが多い(属人的なばらつき、気分・時間・体調によるばらつき)。

本稿では、事象スーパーバイザ制御に対して、情報提示・配信の4W1Hを制御することで、間接的に協調行動を支援する「情報スーパーバイザ制御(information supervisory control)」を提唱する。情報提示・配信の4W1Hの制御とは、目的に合わせて、必要な情報(WHAT)を、適切な人(WHO)に、適切なタイミング(WHEN)・場所(WHERE)で、適切な形式(HOW)で、提供することである。すなわち、秘書のように、相手に対して気を利かせて情報を提示・配信する。ここで、「間接的制御」とは、与えられた情報を見て最終的に行動を決めるのは人間であるという意味である。黒板モデルやエージェントモデルもプロセス/エージェントが外部環境を見ながら自律協調的に動くモデルであるが、スーパーバイザによる情報提示配信の制御は行っていない。

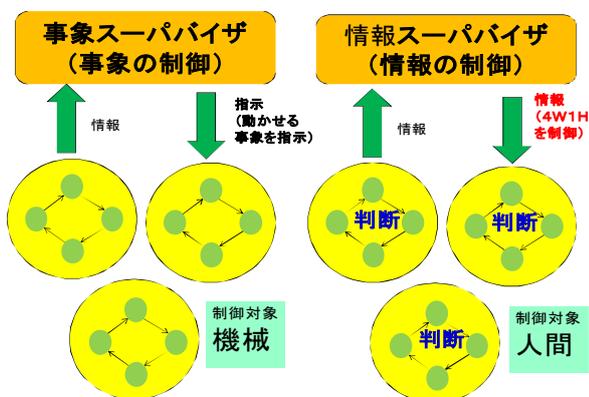


図1：事象スーパーバイザ制御と情報スーパーバイザ制御

つぶやき交換機は、人間間のつぶやきの提示・配信の4W1Hを制御する情報スーパーバイザ制御としてモデル化できる。情報スーパーバイザ制御としてのつぶやき交換機の本質的特徴は、

以下の4点に集約される：(C1)自動配信(4W1H)制御、(C2)情報提示による間接制御、(C3)問合せフィードバック活用、(C4)複数手段の一元化。ここで、情報スーパーバイザ制御自体は、ハンズフリーの音声入力を必須要件とするものではないが、ハンズフリーの音声入力では、自動配信制御が必須となる。

3.2 つぶやき交換機の配信制御パターン

つぶやき交換機の配信制御パターンは、情報スーパーバイザ制御の4W1Hに対応させて整理できる。

1. 不要な人に不要な情報を配信しない(WHO)：
多量の不要情報(スパム情報)に必要な情報が埋もれないようにする。人間の認知限界に基づく配信制御である。
2. 状況に合わせて利用しやすい形式に加工する(WHAT)：
目的や受け手の状況に応じて、つぶやきの発話状況・内容を表したタグをカスタマイズし、つぶやきに付けて配信する。
3. 配信順序や優先度を制御することで最適を図る(WHEN)：
同じつぶやきを複数人の配信する場合(例えば、ナースコール対応依頼)、依頼受理の衝突現象が起こる。これを回避するために配信順序を変え、時間差を付ける。これにより、無駄な動きを回避できる。
4. 受信する場所を考慮して配信する(WHERE)：
例えば、優先度の低い情報は患者との対話や処置中に配信しないようにし、病室から廊下に出て移動中に配信する。
5. 目的に合わせて配信モードを変える(HOW)：
つぶやきの目的によって緊急モード/通常モード/参考モード等を切り替える。参考モードはPull型にする。

4. つぶやき交換機の評価手法

情報スーパーバイザ制御としてのつぶやき交換機の評価基準は、従来型の効率性/最適性だけでなく下記の3点がある。

- I. 医療介護業務効率の向上(時間・動線の効率化)
- II. 医療介護業務の質の向上
- III. 医療介護従事者の満足度の向上(ストレス/負担感減少)

4.1 つぶやき交換機の優位性の仮説

情報スーパーバイザ制御としてのつぶやき交換機は、それが無い場合と比べてどこに優位性があるのだろうか。ここでは、仮説として列挙し、前述の本質的特徴および評価基準に対応付ける。

- (ア) 必要な人に適切な方法で提供することで連携がスムーズになり、業務の無駄が削減できる。⇒(C1):I,III
- (イ) つぶやき交換機の仲介(必要な情報の絞り込み)により、情報過多による弊害が解消できる。⇒(C1):I
- (ウ) 暗黙知により、形式知だけの最適行動を超えるパフォーマンスを示すことができる。⇒(C2):I,II
- (エ) フィードバック・シェア機能により、モチベーションが高まり、メモの活用が増える。⇒(C3):II,III
- (オ) 音声メール、掲示板、インカム、SNSが一元的に使い、対面、電話との併用も楽であり、個別に併用する場合と比べて使用上の負担感が少ない。⇒(C4):III
- (カ) 音声つぶやきシステムは、従来の紙ベースの記録と比べて楽である。⇒(音声入力の特徴):I,III
- (キ) 音声による簡単な入力手段により、気づきが増える。⇒(音声入力の特徴):II

4.2 仮説検証の部分問題

つぶやき交換機は複合的なコミュニケーション手段であり、評価も多面的である。優位性の仮説を検証するためには、機能ご

とに部分問題に分けて実験・検証を進めることが有効である。以下に前述の仮説に対応する部分問題の例を記載する。

- ① つぶやき交換機で4W1Hを制御して仲介する場合と仲介なしの場合(放送型つぶやき共有)で、業務時間や動線距離などの業務効率の差を比較する。⇒(ア)
- ② つぶやき交換機の情報提供量の違いによる業務効率の差を比較する。最適な情報量を同定する。⇒(イ)
- ③ 人間の暗黙知を活用して行動した結果と、形式知化された離散事象モデルだけに基づいて最適スケジューリングした結果を比較し、暗黙知の効果を計測する。⇒(ウ)
- ④ つぶやきへのフィードバック(FB)機構を入れる場合と入れない場合で、つぶやきの量の変化を比較する。また、量だけでなくフィードバックにより気づきが創発され、質(カバー範囲など)も向上することを確認する。⇒(エ)
- ⑤ 看護記録を手書きメモで残す場合と音声メモで残す場合で、どちらが簡単かつ適切に記憶を再現できるかを比較する。また、ユーザビリティを評価する。⇒(カ)
- ⑥ 看護記録を手書きメモで残す場合と音声メモで残す場合で、どちらが気づきの量が多いかを比較する。⇒(キ)

4.3 仮説検証のためのプラットフォーム

本プロジェクトでは、中規模の病院、介護付老人ホームなどの協力を得てフィールド実験を行っている。実フィールドは、真の課題や潜在ニーズの抽出に有効であるが、短期間の実験では主観的・定性的な評価はできても、下記の理由で定量的客観的評価は難しい。

- 実業務が最優先(実験による不都合は基本的に許されない)
- 環境は日々変化する(実験条件を制御できない)
- システムへの慣れの問題

そこで、上記の仮説を検証するためには、フィールド実験、仮想フィールド実験、計算機シミュレーションを相補的に用いる。

- (ア) フィールド実験:実際のフィールド(病院、介護施設)で、計測機器を用いて看護師や介護士の現状の業務分析を行う、さらに開発したシステム(プロトタイプ)を試行し、その問題点と有効性を評価する。真の課題や潜在ニーズを抽出するためには必要である。
- (イ) 仮想フィールド実験:病院や介護施設の典型的な業務を大学の部屋などを使って仮想的に再現し、学生あるいは看護・介護経験者を被験者として、様々な機器設定・状況でのコミュニケーション実験を行う。特に、部分問題の検証には仮想フィールド実験が必要である。
- (ウ) 計算機シミュレーション:仮想フィールド実験における人間の挙動を計算機上にモデル化し、計算機上で(仮想)フィールド実験を再現する[Hiraishi 12]。シミュレーションにより、設計空間の絞り込みやパラメタ探索を効率化できる。

5. フィールド実験と仮想フィールド実験の実施

本プロジェクトでは、つぶやきシステムを使った2回のフィールド実験と3回の仮想フィールド実験を実施した[崔 12]。各実験と部分問題の関係を下記に示す。仮想フィールド実験に関しては、実験のプラットフォームのベースが整備された段階であり、今後本格的な実験を行っていく。

- ✓ 病院での記録のための音声つぶやき活用実験⇒⑤⑥
1つの病棟で5日間、音声メモとしてのつぶやきを収集。つぶやきと引継ぎ時の内容との差を確認。
- ✓ 介護施設で連携のための音声つぶやき活用実験 ⇒①
介護付き老人ホームの介護員で4日間、入浴時・夜勤時のメンバー間の状況把握の効果を確認。

- ✓ 仮想フィールドで連携のためのつぶやき活用実験 ⇒①②
3回実施。1, 2回目は学生、3回目は現役看護師を被験者として依頼。つぶやきシステム使用時/不使用時の業務効率の差を比較。

6. 関連研究

人間への適切な情報提示により人間の行動を間接的に制御する方法に関しては、心理学、ヒューマンエラー、交通、省エネなどの分野で多くの関連研究がある。木治らは、脳の情報処理には制限があるという情報処理モデルに基づき、適切な情報提示の方法を検討した [木治 06]。時間的余裕のない状況でのヒューマンエラーを抑止する情報提示方法という視点で、関連が深い。鈴木は、人間がどのように物事を認識し、判断し、動作するかを知ることを目標として、観測された行動データを、「モード遷移」や「事象駆動」の考え方に基づくハイブリッドダイナミカルシステム(HDS)としてモデル化し、人間の高次行動の数理的理解を進めている[鈴木 05]。ただし、共同作業を行っている人間同士のコミュニケーションの視点で議論したものではない。藤井らは、交通分野(自動車、道路)におけるドライバーへの情報提示とその結果としての行動変容に関する調査・研究を行っている[藤井 02]。環境への負荷が小さいルート変更の協力依頼を、直接的な指示ではなく、情報提示/コミュニケーションにより、自主的な行動変容を誘発するものである。これらは比較的時間をかけて行動変容を促すものであるのに対し、看護・介護での情報スーパーバイザ制御は、より短時間で人間行動の間接的制御が必要である。

7. まとめ

JST国プロとして研究開発を行っている音声つぶやきシステムのモデル化を試み、情報スーパーバイザ制御モデルを提案した。実際には、モデル化を行わなくてもシステムの開発は可能であるが、モデル化により、つぶやき交換機の本質的特徴を整理し、フィールド実験で検証すべき仮説を明確にすることができた。情報スーパーバイザ制御モデルは、つぶやき交換機だけでなく、人間の扱いが本質であるサービス科学の重要かつ汎用的なモデルであり、更なる深耕が期待される。

現在、本稿で抽出した仮説と部分問題の一部をフィールド実験および仮想フィールド実験で検証を開始した段階である。現在の実験の精度を高めると同時に、他の部分問題についても検証を行っていく。また、情報スーパーバイザ制御のフォーマルな定式化も今後の課題である。

なお、本研究は独立行政法人科学技術振興機構、社会技術研究開発センターの支援を受けて行われた。

参考文献

- [内平 11] 内平直志ほか、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、第 25 回人工知能学会全国大会(盛岡) IJ1-OS9-4, 2011.
- [内平 12] 内平直志ほか、看護・介護サービスのための時空間を越えたコラボレーション、人間生活工学 Vol.13, No1, pp.34-37, 2012.
- [鳥居 11] 鳥居健太郎ほか、“医療・介護サービスにおける音声つぶやきコミュニケーションによる連携業務のモデル化”, 日本オペレーションズ・リサーチ学会 2011 年秋季研究発表会(1-D-7), 2011.
- [平石 11] 平石邦彦ほか、“看護・介護サービスにおける複雑なプロセスのモデル化にむけて”, 信学技報, vol. 111, no. 294, MSS2011-39, pp. 35-40, 2011 年 11 月.
- [松尾 99] 松尾太加志, “コミュニケーションの心理学”, ナカニシヤ出版, 1999.

[機械学会 06] 日本機械学会編, “機械工学便覧 デザイン編 β6制御システム”, 日本機械学会, 2006.
 [崔 12] 崔舜星ほか, 仮想フィールドを用いた看護・介護サービスにおける音声つづやきコミュニケーションの評価実験について, 信学技報, vol. 111, no. 453, MSS2011-75, pp. 17-22, 2012年3月.
 [Hiraishi 12] K. Hiraishi, et.al., Modeling of Complex Processes in Nursing and Caregiving Services, IEEE SMC2012 (submitted).

[木治 06] 木治潤一ほか, 脳情報処理制限に基づいた情報理解様式の検証, 第20回人工知能学会全国大会 IC2-3, 2006.
 [鈴木 05] 鈴木達也, ハイブリッドシステムモデルに基づく行動情報処理, 計測と制御, Vol.44, No.7, 2005.
 [藤井 02] 藤井聡, 行動プラン法による行動変容, 土木計画学研究・講演集, Vol.25, 2002.

表1: 看護・介護コミュニケーションの目的

	コミュニケーションの目的	伝える相手	伝えた相手の行動	業務観察・ヒアリング・音声収録実験で得られた具体的状況
1	記録のための記憶補助 (メモ)	自分 (1対1)	記録	業務完了時に病院情報システムに記録すべき看護・介護内容 (経時記録) をメモする。
2	引継ぎのための記憶補助 (メモ)	自分 (1対1)	伝達	日勤・夜勤の業務引き継ぎ時のミーティングに伝達すべきと思う情報をメモする。
3	アクションアイテムのための記憶補助 (メモ)	自分 (1対1)	行動	検査室や浴室などへの患者の送迎など、一定時間後に行うべき業務を掲示版や付箋にメモする。
4	伝言のための記憶補助 (メモ)	自分 (1対1)	伝達	患者の状況や依頼事項など医師や同僚看護師に伝えるべき情報をメモする。
5	情報提供・状況報告 (即時性有)	他人 (1対多)	行動 (間接期待)	入浴介助の進捗状況など、同僚と共有することで連携がスムーズになる情報を発信する。
6	情報提供・状況報告 (即時性無)	他人 (1対多)	行動 (間接期待)	多職種間の連携をスムーズするために必要な患者・高齢者の経過情報を発信・共有する。
7	指示・依頼・質問 (即時性有)	他人 (1対多)	行動 (直接期待)	入浴介助時に次の入浴予定者を浴室に連れてきて欲しいなどの依頼を行う。
8	指示・依頼・質問 (即時性無)	他人 (1対多)	行動 (直接期待)	在宅診療時に後日配達すべき薬の内容を薬剤師に指示する。
9	回答・フィードバック (即時性有)	他人 (1対1)	行動	入浴やりハビリの待ち状況など、質問された内容に関して回答する。
10	回答・フィードバック (即時性無)	他人 (1対1)	行動	SNS等で提供された情報へのフィードバックを行う (イイネ!の登録など)。

表2: 看護・介護コミュニケーションの手段

手段	媒介	距離	時間	チャンネル	記録性	方向	スーパバイザ
対面	音声	近接	同期	多対多	無	push	無
手書きメモ (個人付箋)	紙	近接	非同期	1対1	無	pull	無
電話	音声	遠隔	同期	1対1	無	push	無
掲示版 (共有付箋)	紙、ボード	遠隔	非同期	多対多	無	pull	無
インカム	音声	遠隔	同期	多対多	無	push	無
メール	テキスト	遠隔	非同期	1対多	有	push	無
掲示板 (SNS)	テキスト+画像	遠隔	非同期	多対多	有	pull	無
仲介 (人間) 例: 電話交換手	音声	遠隔	同期+非同期	多対多	無	push	有
つづやき交換機	音声+テキスト+画像	遠隔	同期+非同期	多対多	有	Push/pull	有

表3: コミュニケーションの目的 (表1の1~10) に対する各手段の適合性

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
対面 (会議)	×	×	×	×	◎	×	◎	×	◎	×
手書きメモ (個人付箋)	◎	◎	◎	◎	×	×	×	×	×	×
電話	×	×	×	×	◎	×	◎	×	◎	×
掲示版 (共有付箋)	△	△	△	△	×	◎	×	△	×	×
インカム	×	×	×	×	◎	×	◎	×	◎	×
メール	○	○	○	○	△	◎	△	◎	△	◎
SNS	△	△	△	△	×	◎	×	◎	×	◎
仲介 (人間)	×	×	×	×	○	△	◎	△	○	△
つづやき交換機	◎	◎	◎	◎	○	◎	○	◎	○	◎