

ロボットインタフェースを利用した 非同期コミュニケーションの保育への適用及びその評価

河田 博昭[†] 高野 陽介[‡] 岩田 義行[†] 金丸 直義[†] 山田 智広[†]

阿部 匡伸[†] 手塚 博久[†]

[†] NTT サイバースリユーション研究所 〒239-0847 神奈川県横須賀市光の丘 1-1

[‡] 日本電気株式会社 〒211-8666 神奈川県川崎市中原区下沼辺 1753

E-mail: [†] {kawata.hiroaki, iwata.yoshiyuki, kanamaru.naoyoshi, yamada.tomohiro, abe.masanobu, tezuka.hirohisa}@lab.ntt.co.jp, [‡] y-takano@bc.jp.nec.com

あらまし 近年、育児活動へのサポートが不可欠なものとなりつつあり、そのニーズも多様化している。この様な背景下で、著者らは、保護者と保育士間、保護者と子ども間、のコミュニケーションを促進・支援するため、「パーソナルロボット PaPeRo」「携帯電話」「Action Switch プラットフォーム」とを組合わせた「メルロボ連絡帳」システムを開発してきた。本論では、保育士が装着したセンサを活用することで、保育状況に合わせて提供するサービスを切替えることのできる機能拡充を行ったので報告する。合わせて、実保育施設において、ロボットサービスの提供を行う実証実験を行ったので、その結果を報告する。

キーワード 子どもの見守り、携帯電話、非同期コミュニケーション、幼児施設

Estimation of Asynchronous Communication Model with Robot Interface in a Child Watch System

Hiroaki KAWATA[†] Yosuke TAKANO[‡] Yoshihiro IWATA[†] Naoyoshi KANAMARU[†]
Tomohiro YAMADA[†] Masanobu ABE[†] and Hirohisa TEZUKA[†]

[†] NTT Cyber Solutions Laboratories 1-1 Hikarinooka, Yokosuka-shi, Kanagawa, 239-0847 Japan

[‡] NEC Corporation 1753 Shimonumabe Nakahara-ku, Kawasaki-shi, Kanagawa, 216-8555 Japan

E-mail: [†] {kawata.hiroaki, iwata.yoshiyuki, kanamaru.naoyoshi, yamada.tomohiro, abe.masanobu, tezuka.hirohisa}@lab.ntt.co.jp, [‡] y-takano@bc.jp.nec.com

Abstract We report functional enhancement of the "Merurobo Digital Log System": a network-based interactive child-watch system for nurseries. This system consists of the "Action Switch Platform" which links the PaPeRo (Partner-type Personal Robot) to cellular phones of the parents and a controller used by the nursery teacher. Additional functions include service sets which are automatically switched according to the estimated contexts of the teacher. Teacher's activities are collected by local sensors in real-time and the PaPeRo is driven by the current service set. We implement the service set switching function and assess the integrated system in a nursery facility. Finally, we report efficiency of the context based service switching and the asynchronous communication model with robot interface by analyzing the teacher's actions and comments.

Keyword child-watch system, cellular phone, asynchronous communication, nursery facility

1. はじめに

近年の生活スタイルの変化により、育児分野では、保育士と家族との協力が不可欠なものとなってきている。そのため、今後は、専門スタッフと家族との協力をサポートすることが求められるようになっていくと考えられる。そこで、我々は、保護者と保育士とが協力することをサポートする方法として、子どもに関する情報取得を直接的に取得できることを実現するロボットインタフェースに着目し、パーソナルロボット PaPeRo[1]と、電子メールの内容からロボットの制御コ

マンドを生成するアクションスイッチプラットフォーム（以下、AcSP）[4]を活用した、メルロボ連絡帳[4]を開発してきた。初期システムでは、ロボットインタフェースと子どもと親との非同期コミュニケーションの有効性検証を目的として、システムの開発と検証を実施した。メルロボ連絡帳を実際の保育業務に適用するためには、保育士のリクエストを如何にシステムに伝えるかが重要である。保育士からの指示入力方法として、指示操作の負担が少ないボタン3個程度の簡易なりモコンを用いる方法と、PaPeRoが持つ接触操作イ

インタフェースを用いる方法を比較検討したが、前者の入力方法は、単純な内容しか指示できないという課題がある。また、後者の入力方法は、複数の指示内容に対応は可能であるが、子ども達とインタフェースを共有することとなるため、保育士が適当と考えるタイミングで入力を行うことが難しいという課題がある。

上記課題を解決するため、保育士の操作負担が保育業務の妨げとならない、簡易な操作方法としてコンテキストによるサービス切替方式を考案し、保育士が装着したセンサを用いた方式を採用し実装を行った。本論文では、この実装システムを幼児施設へ持参し、6組の親子に利用してもらった結果と、保護者や保育士から得たアンケート結果に関して、報告する。以降、2章において幼児施設における現状とメルロボ連絡帳システムの全体像について説明し、3章において、今回の提案コンセプトの説明を行い、4章において実装システムについて説明する。その後、5章において、実験に関する報告を行い、6章に本論文のまとめを記述する。

2. 幼児施設における情報共有

2.1. 幼児施設における現状

現在、保護者が子どもを幼児施設へ預けた際に、幼児施設と保護者のコミュニケーションの方法は、連絡帳の活用や、登降園時における保育士と保護者の会話などに限られている。現状、これらの方法では実際の保育状況が把握できないなど情報共有の課題が残るため、情報通信技術の活用によって、幼児施設からの情報提供を効率化する試みがおこなわれている。例えば、保育士が撮影したデジタル画像を活用しつつ、オンデマンドでの連絡帳配信をインターネット経由で実施する試みや、保育所へWebカメラを設置する試みが行われている[2][3]。これらの様に保護者が子どもの様子を直に確認できることは、子どもの安全や保護者の安心感を向上させる上で有効な試みであるといえる。

しかし、Webカメラによる映像送信は、必ずしも保護者の要望に合った映像配信が配信されるわけではない。また、保護者の要望に合った映像配信が実施される場合でも、見ておきたいと考える映像が配信されるタイミングまで、保護者は映像を見続ける必要がある。これは保護者の活動スケジュールを束縛し、時間的制約を加えることとなる。保護者は仕事の合間で、情報取得を行う必要があるため、この様な過度な時間的拘束を強いることは、現実的ではない。また、これらの試みでは、保育士から保護者への一方的な情報提供となるため、保護者の判断により、幼児施設での活動への協力や情報提供を実施することは困難である。

2.2. メルロボ連絡帳システムの全体像

これらの問題を解決するため、我々は、保護者参加型子ども見守りシステム「メルロボ連絡帳」のプロトタイプを開発してきた[4]。初期システムでは、ロボットインタフェースと子どもと親の非同期コミュニケーションの有効性の検証を目的とし、保護者側の利用デバイスとして携帯電話を用い、保育士や子ども側の利用デバイスとしてパーソナルロボット PaPeRo を用いている。また、携帯端末と PaPeRo とは AcSP[4]でネットワーク結合され、メルロボ機能、ロボ連絡帳、の2つの機能を有していた。

メルロボ機能は、メール送信により、保護者が自身の要望を子どもとロボットとのインタラクション内容へ反映させる機能である。しかも、保護者からメールを送信しない場合でも、AcSPが自動的にシナリオを選択し、子どもとロボットとのインタラクションは実施される。これにより、保護者は自身の望むタイミングで保育情報を適時確認することが可能となり、保護者の要望をロボットを通して、子どもや保育士へ提示することが可能になる。また、ロボ連絡帳機能は、ロボットが有するアイカメラによって、保育士が望む時点での画像蓄積を実施する機能である。そして、蓄積された写真に対して保育士からのコメントを付与したブログを作成することも可能であり、結果保護者は、子どもの更に詳細な様子を確認することが可能となる。

図1に示すように、初期システムでは、これら2機能を用いて、(1)非同期なコミュニケーション形式を活用による幼児施設における保育士、子ども達と保護者との間における情報のやり取り、および(2)ロボットインタフェースを用いた子どもとの遠隔インタフェースを実現した。しかしながら、ロボットインタフェースを用いた非同期コミュニケーションを、保育における日常業務において活用可能していくためには、上記の2つのポイントに加え、保育士の指示操作の負担を少なく抑えつつ、指示入力に応じて実施されるサービス内容を充実させる必要がある。

このため、保育士の操作負担が保育業務の妨げとならないための、操作方法の簡略化を検討する必要があると考え、(3)保育コンテキストによるサービス切替の提案を行う。

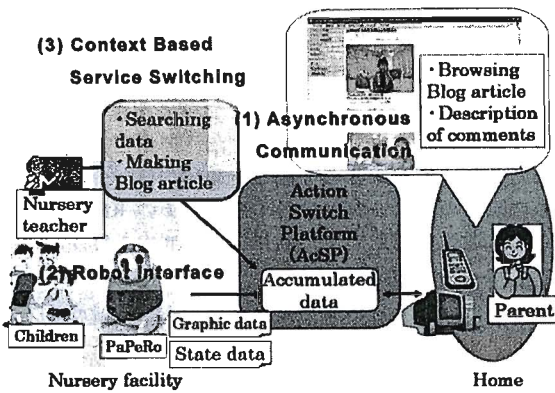


図1 メルロボ連絡帳 全体像

3. 保育状況に注目したサービス切替の提案

3.1. 保育コンテキストの活用

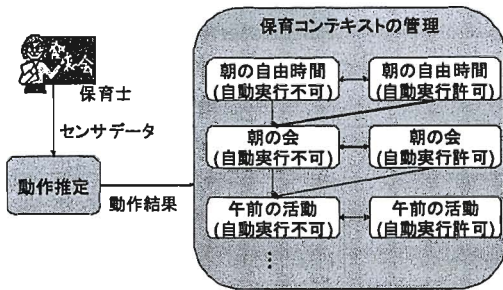


図2 提案モデル

ロボットインタフェースを活用したサービスを充実し、日常の保育業務へ展開していくためには、保育士の操作負担を軽減する必要があると考える。

要件の明確化を図るため、幼児施設における保育士へのヒヤリングを実施した。その結果、保育士がロボットインタフェースへ期待するサービス種類は、その保育業務の状況によって変わるといったことが明らかになった。ロボットインタフェースの目的である、業務サポートを行うサービスという観点や、得られたコメントを考慮すると、保育業務に応じて、提供するサービスセットも変わるべきであると考えられる。よって、我々は、保育業務の状況に応じたサービス切替方式の実現を試みる。

ここで、保育業務の状況として、状況に応じて遷移する状態を保育コンテキストと定義する。保育コンテキストは、保育業務の状況と、実施タイミングの状況との組合せで表現する。図2に提案モデルを示す。ここで、実施タイミングの状況とは、自動実行不可と自動実行許可の2パターンからなることとする。自動実

行不可の場合は、保育士からの指示入力がある場合に実行されるサービスのみが、サービスセットに設定される。一方、自動実行許可の場合は、保育士からの指示入力がない場合でも他の入力に応じて実行されるサービスがサービスセットに設定される。

この様に、保育業務の状況と、実施タイミングの状況との組合せに応じて、実施可能なサービスセットを設定する。コンテキストが遷移することで、実施可能なサービスセットが切替り、保育士の操作負担が少ない状況下で、ロボットインタフェースによるサービス提供の実現を試みる。以下、保育業務の状況の取り決めと、その切替方式について説明する。

3.2. 業務観察に基づいたコンテキストの切替方式。

保育施設には、年齢ごとに作成され、行事のときを除き、ほぼ通年で活用される日計画表がある。本論では、コンテキストにおける保育業務の状況として、この日計画表を活用することとした。実験協力先の幼児施設の日計画表より、保育業務の状況として、朝の自由時間、朝の会、午前の活動、給食の4種類を用意した。ここで、問題となる点は、保育業務の状況の切り替わりは時刻では決まっておらず、保育業務の状況に応じて切替りのタイミングは日々変化する。このため、我々は保育士の特徴的な動作を業務観察から抽出し、保育士の特徴的な動作に応じて、コンテキストを切替えることとした。保育士の動作結果として、「ピアノを演奏する」、「机で書類を書く」、「直立し手遊びを行う」、「手を合わせて、いただきますの挨拶を行う」、「直立し静止する」、の5パターンを準備した。それぞれ、朝の自由時間から朝の会へ場合は「ピアノを演奏する」、朝の会から午前の活動へ場合は「直立し手遊びを行う」、午前の活動から給食へ場合は「手を合わせて、いただきますの挨拶を行う」が該当する。また、コンテキストにおける実施タイミングの状況として、動作結果が、「机で書類を書く」、の場合は、子どもが自由に遊べる状況になったと判断し、自動実行不可から自動実行許可へと遷移し、他の動作結果の場合、自動実行許可から自動実行不可へと遷移することとする。

4. 実装システム

4.1. システムの概要

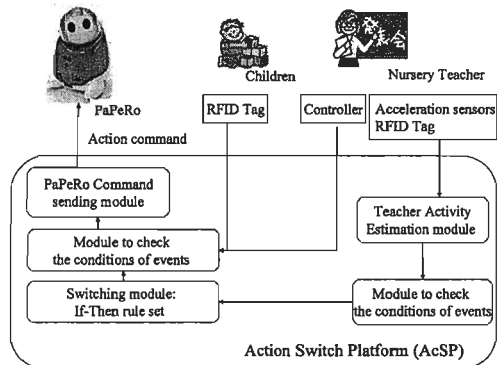


図3 システム概要

図3に、今回実装したシステム構成図を示す。幼児施設環境には、保育士の机の横にパーソナルロボット PaPeRo と RFID リーダを、ピアノの上へ RFID リーダと加速度センサの受信機を設置した。保育士へは、両手首、両足に3軸加速度センサ(ATR Promotions製 小型無線加速度センサ)を、胸部に RFID タグ(RF Code社製 アクティブ型 RFID タグ)を装着してもらった。NW 経由で各装置を AcSP と接続した。保育士からの指示入力方式として、全システムで活用した無線ボタンを、保育士に所持してもらった。保育士以外からの入力として、子ども達へは、胸部に同様の RFID タグを装着してもらった。加速度センサは Bluetooth を用いて加速度センサの受信機へデータを送信する。加速度センサのサンプリングレートは3軸とも0.125秒、RFID タグのサンプリングレートは1秒である。図4は幼児施設での実験環境を示したものである。

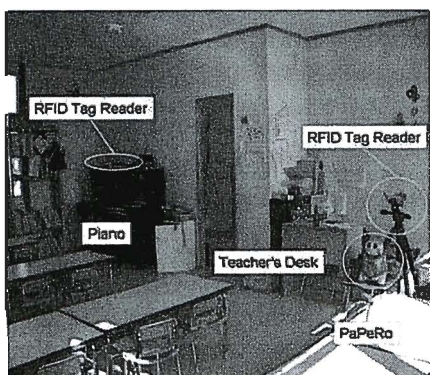


図4 幼児施設における実験環境

4.2. 保育士の動作結果の判定方法

保育士の動作結果の判定は、各加速度センサの値と RFID の電波強度の値を用いて、2秒周期でリアルタイ

ムに実施する。具体的には、「直立し手遊びを行う」、「直立し静止する」、の判定に関しては、周期ごとに蓄積された加速度センサの3軸ごとの平均値、分散値を活用して判定を行う。また、「ピアノを演奏する」、「机で書類を書く」の判定に関しては、周期ごとに蓄積された各加速度センサの3軸ごとの平均値、分散値、その時点での各リーダが取得する保育士の RFID タグからの電波強度を用いて、動作結果の判定を行う。

4.3. サービス切替の方式

AcSP は、著者らが開発したフィールド情報流通プラットフォーム FDC (Field Data Center) をベースとしており [5][6]、様々な機器データを蓄積、管理すると同時に、IF-THEN ルールによるイベント条件判定を可能としている。本システムでは、図5に示すように、保育コンテキストに応じて、IF-THEN ルールのルールセットを切り替える機能を拡張している。

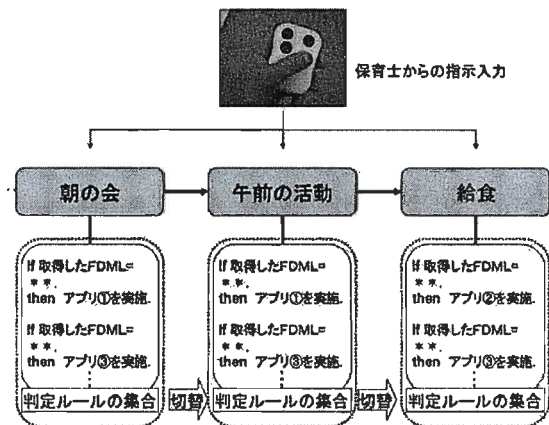


図5 ルールセットの切替機能のイメージ

表1に、本論で準備したロボットインタフェースを活用したサービスの例を示す。準備したサービスは、保育士からの指示入力があった場合のサービスを各保育業務の状況ごとに3種類ずつ、子ども達が持つ RFID からのトリガ(保育士以外からの入力)によるサービスとして各保育業務の状況ごとに1種類ずつ準備した。これにより、AcSP が、保育士が実施指示を行うために所持する無線ボタンからの押下データを取得した場合、保育コンテキストに応じたサービス提供を実行することが可能となる。具体的には、保育コンテキストが朝の会の場合、保育士がボタンCを押下した場合、PaPeRo は朝の歌を演奏する。保育コンテキストが午前の活動の場合、保育士がボタンCを押下した場合、PaPeRo は子ども達へ話しかける。この様に、押下するボタンが同じでも、保育コンテキストに応じて、実施されるサービスが変更される。

5. 実験

5.1. 実験の概要

山梨県の保育園において実証実験を行った。本実験の被験者としては、5歳から6歳の幼児6名およびその親、保育士1名が実験に参加した。実験は、午前9時半から12時半までの3時間、実施した。実験場所は、保育活動が行われている保育園の保育室で実施し、実験被験者の幼児6名の他に、20名程度の幼児が教室に居た。図6に実験時の様子を示す。

実験手順は、実験開始時に保育士へ各種センサを装着してもらい、その後、保育士には通常通り保育業務を実施してもらった。実験終了後、保育士へ感想をヒヤリングした。

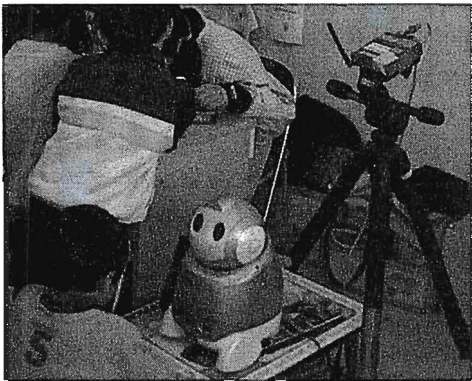


図6 実験の様子

実験の評価は、以下の4つの観点で実施した。(1)保育コンテキストにあわせた提供サービスの遷移結果を評価するために、実験中の保育業務をVTRにて記録

を行う。実験終了後、状態遷移の遷移結果と、VTRで確認できる実際の保育業務とを比較し、遷移結果に関する評価を行う。(2)保育コンテキストの実施タイミングの状態に関する遷移結果を評価するために、自動実施不可から自動実施許可へ遷移する際に、PaPeRoから保育士へ遷移可否を問いかけさせることとした。状態遷移の可否に対する保育士からの返答結果を観測し、評価を行う。(3)システム全体に対する評価として、ロボットインタフェースと非同期コミュニケーションを含めた有効性の評価を行う。評価方法としては、アンケートにより、保護者からのコメント、保育士からのコメントを取得する。コメントの整理、実際に送られた画像データに対する保護者の主観的評価を行うことにより、ロボットサービスに関する評価を行う。

5.2. 結果

(1) 保育コンテキストに合わせた提供サービスの遷移

動作の判定結果	誤認識率
ピアノを演奏する	0%
机で書類を書く	44%
直立し手遊びを行う	69%
直立し静止する	0%

表2 動作判定に関する誤認識率

記録VTRと状態切替の時間を比較し、保育コンテキストによる状態切替の有効性を検証した。本実験における保育士の動作結果のそれぞれの誤認識率を、表1に示す。保育コンテキストにおける保育業務の遷移状態とVTRとを比較すると、「机で書類を書く」に関する誤認識率は44%、直立し手遊びを行うに関する誤認

保育業務の状態	自動実行許可時の動作内容	押下ボタン	ボタンによる指示時の動作内容
朝の自由遊び	PaPeRoにある距離以上を近づいた園児へ発話動作後、写真を撮影	発話ボタン	発話動作
		写真ボタン	PaPeRoにある距離でいる園児へ発話動作後、写真を撮影
		特定動作ボタン	保護者からのメールの読上げ
朝の会	PaPeRoにある距離以上を近づいた園児へ発話動作	発話ボタン	発話動作
		写真ボタン	PaPeRoにある距離でいる園児へ発話動作後、写真を撮影
		特定動作ボタン	曲演奏
午前の活動	PaPeRoにある距離以上を近づいた園児へ発話動作後、写真を撮影	発話ボタン	発話動作
		写真ボタン	PaPeRoにある距離でいる園児へ発話動作後、写真を撮影
		特定動作ボタン	発話動作
昼食	PaPeRoへある距離以上を近づいた園児にへ発話動作後、写真を撮影	発話ボタン	発話動作
		写真ボタン	PaPeRoにある距離でいる園児へ発話動作後、写真を撮影
		特定動作ボタン	保護者からのメールの読上げ

表1 実験時に活用したロボットインタフェースを活用するサービス

職率は69%であった。一方、誤認識率が69%にも関わらず、朝の会から午前の活動への保育業務状況の状態切替が適切に実施できていたことに関しては、「直立し手遊びを行う」に関する誤認識の出現時刻に片寄りがあったためと考えられる。すなわち「直立し手遊びを行う」に関する誤認識は朝の会から午前の活動へ切替った後に発生しており、これは、朝の会に比較し、午前の活動において保育士が実施する作業動作が増えたことが原因と考えられる。これにより、保育業務の状況の状態切替に関しては、切替トリガとなる動作を適切に選択することで、動作認識の精度が十分でない場合でも運用することが可能になると考えられる。

(2) 保育コンテキストの実施タイミングの状態に関する遷移

実施タイミングの状態の切替に関し、保育士からの許可の割合が約30%に留まった。その原因としては、保育コンテキストの誤認識率の高さが考えられる。しかしながら、自動実行状態への遷移の可否の問いかけに対して保育士が可否を入力する程度であれば保育業務への妨げにはならないと思うとのアンケート結果があった。したがって、保育コンテキストの活用のほかに、保育士からの簡易な可否入力を組み合わせることが有効ではないかと考えられる。

(3) システム全体に対する評価

保護者へ送信されたメールに添付された画像に関して、各自自身の子どもの表情が確認できる画像は、送信画像全体の25%であった。これは、自動実行許可時の写真撮影は、子どもとPaPeRoとの距離を示すRFIDタグの電波強度をトリガとしていたため、ロボットからの発話インタラクションが行われた場合に、子どもとロボットの位置関係によっては子ども達へ発話内容が理解されなかったことが原因であったと考えられる。保護者へのアンケート結果としては、画像精度へ課題を指摘しつつも、自分の子どもの様子や自分の子どもと友達との様子がわかり安心する、この様な情報を定期的に送信して欲しいなどの、コメントが得られた。

保育士からの指示に応じて実施されたロボットサービスに対する保育士へのアンケート結果としては、ロボットがピアノの伴奏を行うと保育士は園児の観察ができ、一緒に歌を歌うことに集中できた、ロボットが保護者からのメールを読み上げることで、保護者とその日に知りたいと考える情報を把握することができたなどのコメントが得られた。これにより、非同期コミュニケーションにおいてロボットが保育士のサポートを行うことで、保育士が園児の様子を確認しやすくなる、保護者との情報交換を行うことができるなどの効果を確認することができた。しかし一方で、園児がロボットを気にして保育士の話を聞かない、活動に集

中できない、ロボットの周りについて集まる、ロボットの発話動作が先生の話の妨げる、など、保育業務が妨げる場面があったことを示すコメントもあった。これより、ロボットインタフェースを利用した非同期コミュニケーションの保育への適用に関しては、保育業務への効果を一部確認しつつも、そのサービスデザインや保育状況や子どもの状況を取得するセンサの検討を行っていく必要がある、我々は考える。

6. まとめと今後の予定

本論では、「メルロボ連絡帳」システムにおいて、保育士等が装着した加速度センサ、RFIDタグを用い、保育士の動作結果にあわせ、ロボットサービスを切替える機能拡張を行い、保育施設において本システムの検証を行ったので、その結果を報告した。

今後は、本実験におけるアンケート結果や取得データについて解析を進めつつ、よりユーザーニーズに合ったシステム改良を行っていく。

7. 謝辞

本実験におきましては、社会福祉法人 マコト愛児園様にお世話になりました。心より感謝致します。

文 献

- [1] 藤田善弘, 大中真一, 高野陽介, 他, “チャイルドケアロボット PaPeRo の概要”, 日本ロボット学会学術講演会, 2005.
- [2] 笹田慶二郎, 他, “子育て支援を重視したモバイル対応「デジタル連絡帳」の零案 「e-子育てNETシステム」のプロトタイプ開発”, 同志社大 総合政策科学会 学会誌, 第6巻, 2004.
- [3] <http://plusd.itmedia.co.jp/broadband/0304/08/lp16.html> (in Japanese)
- [4] H. Kawata, et al, “Field Trial of Asynchronous Communication Using Network-Based Interactive Child Watch System for the Participation of Parents in Day-Care Activities,” Proc. IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation, 2008, pp. 2558- 2563.
- [5] 片渕典史, 山本哲也, 松村成宗, 他, “ロジカルセンサを用いた見守り支援システムの構築”, 第23回日本ロボット学会学術講演会, 2005.
- [6] 中山丈二, 遠藤公啓, 今枝尚史, 他, “製造業向け情報流通プラットフォームとその応用 (遠隔監視・リモートエンジニアリング)”, 平成15年度電気学会産業応用部門大会, 2003