

マルチコアベースのロボットミドルウェアによる リアルタイム処理と省電力の支援

住谷拓馬¹ 松原豊² 中野美由紀¹ 菅谷みどり¹

近年、計算機を搭載し、汎用で利用できる掃除ロボットなどが普及することで、様々なサービス開発が容易となった。本研究室でもロボットを用いたソフトウェアの開発をすすめているが、特に、物理環境の認識に応じて出力結果を変化させる必要があるロボットにとって、リアルタイム性能と省電力を達成するためにはミドルウェアの支援が必要であることが分かった。本稿では、提案するロボットミドルウェア IXM (Information eXchange Middleware) 上に、見守りロボットの開発の中で得られた知見をもとに、拡張機能の設計を示し、これを議論することを目的とした。

1. 背景

近年、お掃除ロボットや警備ロボットなどの自律移動ロボットが、一般家庭やビルなどで利用されている。本研究室でも、移動ロボットの活用方法を研究するために、移動ロボット上にセンサやカメラを取り付けた見守りロボット[1]を開発している。見守りロボットは、高齢者に一定の距離を保って追従し、高齢者が転倒した場合には、重度の転倒かどうかを判断し、家族にメールを送信するものである。ロボットを自律的に動作させるためには、センサによる入力情報をもとにロボットを制御する必要がある。例えば、人物を追従するロボットでは、カメラ画像やジェスチャを認識するソフトウェアを動作させながら、その値を収集してロボットのタイヤを回転させるためのモータ処理を別のソフトウェアで実行する。このように、ロボット制御ソフトウェアの開発環境においては、デバイスごとに異なるソフトウェアが必要になり、複数のソフトウェアを統合・連携させる必要がある。ロボット分野では、こうした問題は早くから認識されており、いくつかのミドルウェアが提案されている。例えば、RT ミドルウェア (RT-Middleware: RTM) [2]は、複数のソフトウェアモジュールを組み合わせるロボットシ

ステム (RT システム) を構築する為のソフトウェアプラットフォームの標準規格が提案されており、OpenRTM-aist, OpenRTM. NET などの実装がある。この規格では、コンポーネント間で情報をやり取りするためのインターフェイスが提供されており、この規格に準拠するコンポーネント間であれば容易に通信が可能となる。ROS (Robot Operating System) [3]では、ソフトウェア間の通信は、メッセージパッシングを用いたプロセス間通信を利用している。具体的には、プロセス間での情報共有のために、分散共有のためのモデルを利用する事で、複数のデバイス間で情報を共有しやすい仕組みになっている。しかし、ロボットの実用化を考えた時にロボットが連続で動作できる時間を考慮しなければならないが、バッテリー消費を考慮した機能をこれらのミドルウェアが持っていないという問題がある。

我々は、ロボット制御システムの制御アプリケーションを効率良く開発するために、ロボット制御システム向けミドルウェア IXM (Information eXchange Middleware) [4]を提案している。IXMは、制御アプリケーションを構成する複数のプロセスの非同期実行と停止、プロセス間通信という基本的な制御を支援するためのインターフェイスを提供

¹ 芝浦工業大学
SHIBAURA INSTITUTE OF TECHNOLOGY

² 名古屋大学
Nagoya University

することで、複数の開発環境を統合する必要がないという利点がある。さらに、ROSの問題に示したデータ共有時の性能向上や、従来のミドルウェアで考慮されていない電源管理の仕組みを提供、さらに、システムの安全性を考慮することで、ロボットミドルウェアの有効性の向上を目指している。IXMでは、省電力を支援するための機能として、プロセス自体の動作頻度を下げることによりハードの動作頻度を下げるものと、プロセスのCPU使用率を監視し、プロセスをマイグレーションし不必要なCPUの電源を落とすものがある。本論文では、後者について議論し、それを実現するための機能であるCPU使用率監視機能と、プロセスのコア移動機能について述べる。

2. 提案

ロボットにおいて、CPUの電源管理を行う場合には、プロセスのマイグレーション時にロボットの機能を停止させなければならない。そのため、これから述べる二つの機能は、ロボットが休止状態に近い場合や、機能を停止しても構わない状態の場合、センサデータから判断し動作させるものとする。

CPU使用率監視機能は、ロボットを動かしているプロセスがどの程度CPUを使用しているかを監視するプロセスである。現在、ノートPCでロボットの制御をしているが、ロボットの軽量化と電力量計測を行うために、マルチコアプロセッサを搭載したボードであるHardKernel社のODROID[9]に置き換え、CPUの使用率監視を行う。ODROIDは、1.6GHzと1.2GHzのCPUを搭載しており、それぞれ4つのコアを持っている。1.6GHzのCPUはA15、1.2GHzのCPUはA7と定義されている。このODROID上で動作しているプロセスのCPU使用率を監視することを想定している。プロセスのコア移動機能は、CPU使用率監視機能により起動される。CPU affinityマスクを設定し、動作しているプロセスを適するコアへ割り当てる。設定後、設定後の状態をCPU使用率監視機能へと報告する。設定するパターンを図1に示す。初期状態は、A15とA7両方を使用する状態である。A15のみで性能を維持できると判断した場合は、A15にプロセスを移動し、A7の電源を落とす状態へと遷移する。A7のみで性能を維持できると判断した場合は、A7にプロセスを移動し、A15の電源を落とす状態へと遷移する。逆も同様である。

す状態へと遷移する。逆も同様である。

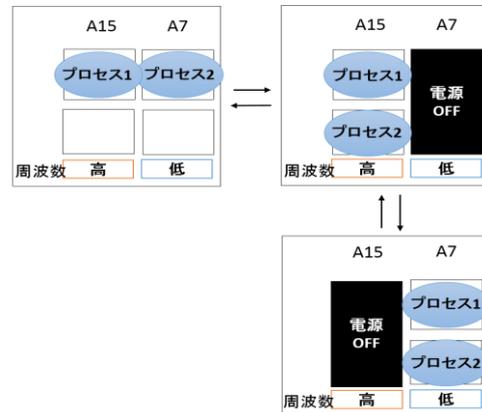


図1 CPU使用率監視の動作

ロボットに向けたCPUの電源管理手法として、今後、さらにロボットの動作を考慮し既存研究[5][6]の提案との比較を進める必要がある。

3. まとめ

現在提供されているロボットミドルウェアの省電力における課題抽出をし、IXMの省電力機能についての議論を行った。マルチコア構成を活かした設計に向けて、会議にてさらなる議論を行う。

参考文献

- [1] 住谷 拓馬, 菅谷 みどり, “家庭用移動ロボットを用いた見守りシステムの実現,” ソフトウェア工学研究会報告, 5, no. AN10112981, pp. 1-7, May 2014.
- [2] 安藤 慶昭, 末廣 尚士, 北垣 高成, 神徳 徹雄, 尹 祐根, “RT コンポーネントによるロボットシステム開発 -RT ミドルウェアの基本機能に関する研究開発(その10)-,” 計測自動制御学会 システムインテグレーション部門 講演会 講演概要集, pp. 264-265, December 2004.
- [3] Morgan Quigley, Brian Gerkey, Ken Conley, Josh Fausty, Tully Foote, Jeremy Leibs, Eric Berger, Rob Wheeler, Andrew Ng, “ROS: an open-source Robot Operating System,” ICRA Workshop on Open Source Software, 2009
- [4] 住谷 拓馬, 菅谷 みどり, “マルチパーパスロボットを実現する機能統合システムの提案,” 第76回情報処理学会全国大会, 2J-7, March 2014.
- [5] 大橋 孝輔, 本田 晋也, 舘 伸幸, 高田 広章, “マルチコア向け組み込みリアルタイムシステムの省電力機構,” EMB, 6, no. AA12149313, pp. 1-8, September 2013.
- [6] 吉田 哲也, 山田 浩史, 佐々木 広, 河野 健二, 中村 宏, “マルチコアCPUの電力消費特性を考慮した仮想CPUスケジューラ,” システムソフトウェアとオペレーティング・システム, 22, no. AN10444176, pp. 1-9, July 2010.