

モジュール型直動アクチュエータを利用した離床支援システムの開発 上位統合コントローラ構成

Standing-up-from-bed motion support system with modular linear actuators

-Architecture of upper layer controller-

正 大賀 淳一郎 (東芝) 正 尾崎 文夫 (東芝) 正 佐藤 広和 (東芝)
正 橋本 英昭 (東芝) 正 岡本 浩幸 (ライテックス) 津屋 和夫 (特殊電装)
正 三宅 徳久 (パラマウントベッド) 正 小菅 一弘 (東北大) 正 浅間 一 (東大)

Jun'ichiro OOGA, Toshiba Corporation, junichiro.ohga@toshiba.co.jp
Fumio OZAKI, Hirokazu SATO, Hideaki HASHIMOTO, Toshiba Corporation
Hiroyuki OKAMOTO, Ritecs, Inc.
Kazuo TSUYA, Tokushu Denso CO., LTD.
Norihsa MIYAKE, Paramount Bed CO., LTD.
Kazuhiro KOSUGE, Tohoku University
Hajime ASAMA, University of Tokyo

We have developed a motion-support system that helps a person when standing up from bed. In this paper, we report upper layer controller of the stand-up-from-bed motion support system, which is characterized by its synchronous control of the modularized actuators and software architecture based on distributed object technology.

Key Words: Hardware/Software Modules, Controller, Distributed object

1. はじめに

社会の高齢化が急速に進む中、加齢に伴う歩行機能の衰えが日常生活障害の大きな要因となっておりつつある。離床、起立、着座の動作は、歩行機能の基本となるものであるが、この点に着目した自立生活支援機器として実用性に富んだものは未だ少ないと言わざるを得ず、新規な開発が急務となっている。そのため、離床を支援するアシストシステムの実現を目的として、特にアシスト機能の実現に必要な力制御機能を備え、拡張性、低コスト化に配慮した直動アクチュエータユニット、ならびにそれを組み込んだ実証用離床支援プロトタイプシステムの研究開発を行ってきた[1]。

本研究では、介護における起立動作の支援を目的とした離床支援システムにおいて、複数直動アクチュエータの同期制御が可能な上位コントローラボードと、分散オブジェクトに基づいたソフトウェア構成を特徴とする上位統合コントローラについて述べる。

2. 離床支援システムの全体構成

2.1 システム全体構成

開発した離床支援システムの全体図を図1に、全体構成を図2に示す。本システムは、離床動作を支援する離床支援装置に上下、左右に動作する直動アクチュエータユニットと、ベッドを上下させる直動アクチュエータユニット、それらを連携して動作させる上位統合コントローラ、GUI表示を行うPCから構成されている。直動アクチュエータユニットは特殊電装の開発による直動アクチュエータと、ライテックスの開発によるSHマイコン制御ボード(以下、SHボード)から構成され、さらに離床支援装置の上下軸にはカセンサモジュールが備えられている。それぞれのユニットはEthernet LANを用いて接続、上位コントローラボードにより協調して動作させ

ることが可能となっている。また衛生管理の観点から装置全体を洗浄することを考慮し、防水仕様のコネクタの採用や、アクチュエータユニットを樹脂で覆うことにより耐水性の向上をはかっている。

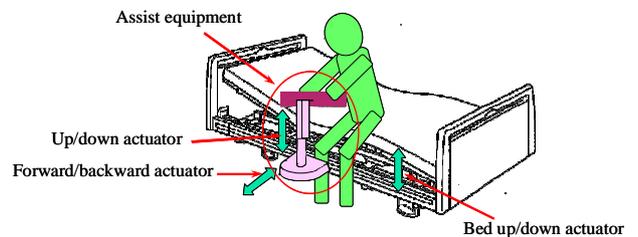


Fig. 1 Stand-up-from-bed motion support system.

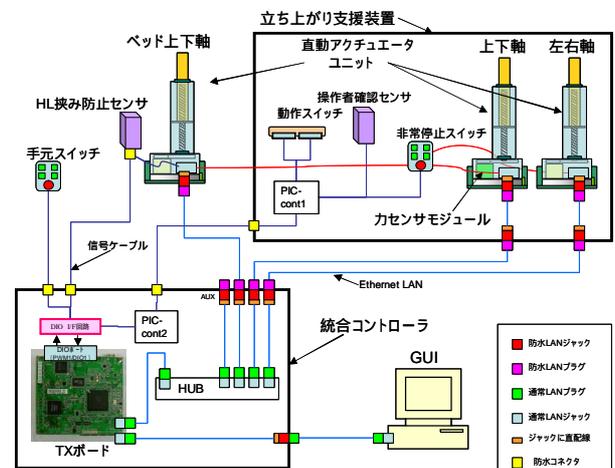


Fig. 2 Architecture of stand-up-from-bed motion support system.

2.2 上位統合コントローラ

離床支援システムを対象として、力センサを内蔵し制御ソフトウェアが用途に応じてプログラマブルであり、ミドルウェアベースで統合制御が容易に実現できるコントローラを開発した。コントローラボードと上位統合コントローラを図 3 に示す。本コントローラボードは MIPS 系の 64bit CPU である TX4938 から構成され、複数のアクチュエータが必要になった場合においても容易に制御システムが構築できるように USB、IEEE1394 などの通信機能付で、アクチュエータユニットとプラグ&プレイ的に接続できるものである。また、8ch 以上の Analog Input、32ch 以上の Digital I/O、上位のネットワークとの接続用 Ethernet を 2ch 具備している。次に離床支援装置のソフトウェアの全体構成と上位統合コントローラ構成について述べる。

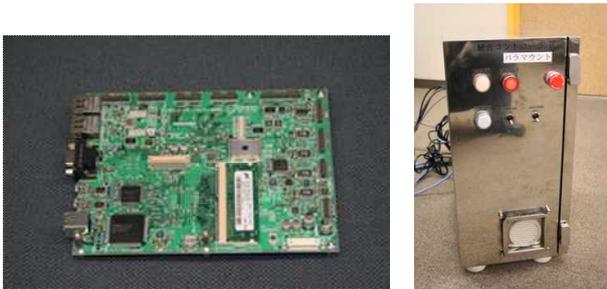


Fig. 3 Upper layer controller of stand-up-from-bed motion support system: Controller board using TX4938 (left) and upper layer controller equipment (right).

3. 離床支援システムのソフトウェア構成

3.1 ソフトウェア全体構成

離床支援装置のソフトウェアの全体構成を図 4 に示す。

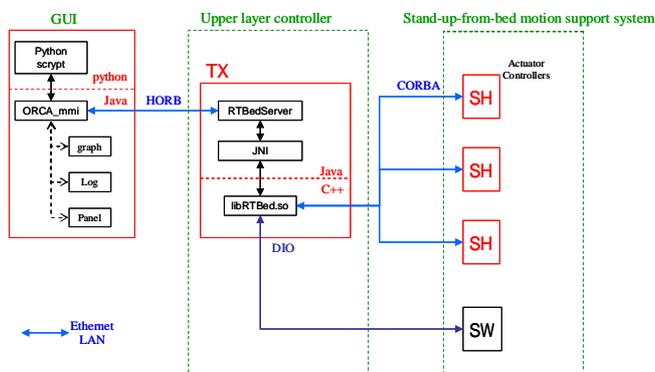


Fig. 4 Software architecture of stand-up-from-bed motion support system.

本ソフトウェア構成はオープンロボットコントローラアーキテクチャ[2]に基づいて設計されており、上位統合コントローラ(以下、TX ボード)を中心として、各制御ユニットに対し LAN 経由による分散オブジェクト技術を用いて制御を行っている。これによりソフトウェアを機能に応じて分割・部品化することにより、再利用性が高まり、一部を修正しても全体を構築しなおさずに済むなど開発効率の向上が期待できる。また、分割したソフトウェアを複数のコンピュータで役割分担して実行することにより、効率的な資源の活用が可能となる。GUI 用の PC と TX ボード間は HORNB[3]を、TX ボードと各 SH ボード間は CORBA[4]を用いた。

制御コマンドを組み合わせ、実行手順を記述するのに汎用

的なスクリプト言語である python をロボット言語として用いている。python を Java 実装した jython はスクリプト作成ごとにコンパイルする必要がないので、上位統合コントローラの制御ソフトウェアを容易に設計、記述できる。また GUI 上においてもスクリプトの編集、実行、デバッグを統一して行うことができる。

3.2 上位統合コントローラ構成

TX ボードにおいて実装したソフトウェアのうち Java で実装された部分について、UML に基づいたクラス図を図 5 に示す。離床支援装置上下軸・前後軸、ベッド上下軸の 3 軸をそれぞれ 1 つのオブジェクトとして扱う Motor クラスと、AssistMotor クラスから主に構成されている。これらのオブジェクト群はその API(メソッド)が上位系である jython から HORNB を介して呼び出されるように HORNB サーバとして実行されている。Motor クラスあるいはその Proxy クラスである Motor_Proxy クラスを継承した AssistMotor クラスをそれぞれインスタンス化することによりコマンドを発行する。AssistMotor クラスは Motor クラスで定義されている同期コマンドのうち非同期に対応しているものを集めたものである。JNIMotor クラスを介して CORBA を介した通信や、TX ボードに入力された DIO のコントロールを行う。

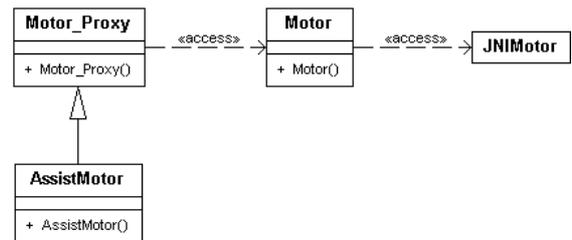


Fig. 5 Class diagram of upper layer controller.

3.3 GUI

各軸のデモ動作(サーボ、動作モード変更、目標値指定)、データのグラフ表示、ロギング設定、スクリプト実行機能を具備した GUI を開発した。

4. おわりに

複数直動アクチュエータを利用した離床支援システムの、上位統合コントローラ構成について述べた。今後、本システムの実用化に向けて完成度向上のための開発を続ける予定である。

なお本研究は、中小企業基盤整備機構の戦略的基盤技術力強化事業「アシスト用直動アクチュエータユニットに関する研究開発」の一環として行われたものである。

参考文献

- [1] 杉原, 川端, 嘉悦, 浅間, 小菅, 三島, “起立・着座動作支援のための簡易な力センサの開発,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会論文集, 1P1-H-11, 2004.
- [2] 尾崎, 大明, 佐藤, 橋本, 松日楽, “オープンロボットコントローラアーキテクチャ(ORCA),” 日本ロボット学会誌, vol.21, pp.602-608, 2003.
- [3] HORNB, <http://horb.a02.aist.go.jp/horb-j/>
- [4] CORBA, <http://www.corba.org/>