

ヒューマノイドロボット「ながら - 3」の開発

稲葉 昭夫 光井 輝彰 久富 茂樹 田中 泰斗

小川 行宏 今井 智彦 張 勤

Development of a humanoid robot “NAGARA-3”

Akio INABA Teruaki MITSUI Shigeki KUDOMI Taito TANAKA

Yukihiro OGAWA Tomohiko IMAI Qin Zhang

あらまし わが国において世界的に例を見ない高齢化が進行する中で、労働人口の減少、障害者や寝たきり老人の増加、それに伴う介護者等の不足などから、福祉をはじめとする多くの分野において、各種の支援にロボットを利用することが強く期待され、これらロボットの関する市場は、21世紀に大きく成長すると予測されている。本県では、産業振興施策の一環として、ロボット関連技術の県内企業への蓄積を図ることを目指している。この1つの手段として、愛知万博での展示を目指したヒューマノイドロボットを県内企業と協力して開発する取組を実施している。本報では、この取組の中で開発したヒューマノイドロボット「ながら - 3」について報告する。

キーワード ヒューマノイドロボット、2足歩行、人とロボットの共存

1. はじめに

世界的に例を見ない高齢化が進行する我が国において、高齢者支援ロボットや福祉関連ロボットは、今後、市場の拡大が期待できる民生用ロボットの有力な候補である。特に、超高齢化社会においては、高齢者の自立を支援するロボット技術に大きな期待が寄せられている。

これらロボットの関する市場は、21世紀に大きく成長すると予測されている。本県では、産業振興施策の一環として、ロボット関連技術の県内企業への蓄積を図ることを目指している。この1つの手段として、愛・地球博での展示を目指したヒューマノイドロボットを県内企業と協力して開発する取組を実施している。本報では、この取組の中で開発したヒューマノイドロボット「ながら - 3」について報告する。

2. 「ながら - 3」の概要

本県では産業育成施策としてロボット関連産業の創出を目指し、(社)岐阜県工業会2足歩行ロボット試作特別研究会と共同で研究を進めてきたが、さらなる技術の蓄積を図ると共に、これまでの取組の成果を示す1つの手段として、愛知万博での展示を目指したヒューマノイドロボット「ながら - 3」(図1)を開発した。

様々なパフォーマンスを披露する「ながら - 3」の開発方針を次のように定めた。

- ・ 2足での移動
- ・ 全身を使った運動やジェスチャ

- ・ 動的な対象物の位置検出および、それに対するアクションの生成
- ・ 発話機能

3. ハードウェアの概要

開発したヒューマノイドロボット「ながら - 3」のハードウェアの概要を表1に示す。「ながら - 3」の身長は6~7歳程度のサッカー少年をイメージして約1,100mmに定めた。さらに、眼の部分に一对のCCDカメラを搭載すると共に、口の部分にスピーカを搭載した。



図1 「ながら - 3」の外観

表1 ハードウェア概要

身長	約1,100mm
体重	約25kg
関節自由度	29自由度(図2)
電源	内部電源(バッテリー) 外部電源での動作も可能

3.1 機構系

「ながら-3」の機構は、図2に示すように全部で29の自由度を有する。その内訳は、脚：6自由度×2、腕：6自由度×2、腰：2自由度、首2自由度、眼1自由度である。

脚に関しては、姿勢と位置を可動範囲内で独立に決めることのできる最低の自由度(1脚あたり6自由度)とした。腕に関しては、少ない自由度で可能な限り人に近い動きをするために、肩に3自由度、肘に1自由度、手首の回転に1自由度、手の平の開閉に1自由度の合計6自由度とした。腰に関しては、上半身の方向を変えるヨー軸とお辞儀等をするためのピッチ軸の2自由度とした。眼に関しては、周囲の状況を認識するために、左右のカメラの位置関係は固定し、両方のカメラが同時に動く機構とした。

また、各軸は、DCモータで駆動し、手のひらを除くすべての軸にハーモニック減速機を使用することにより、バックラッシュの少ない機構とした。これにより、歩行やジェスチャ等の動作をスムーズに行うことができる。

各軸の可動範囲および最大速度は、歩行機能、全身動作、全身を使用したジャスチャ表現に配慮し、表2のように定めた。

3.2 制御系

ヒューマノイドロボットは、多くの関節を同時に制御するとともに画像処理や行動計画の生成等多くの情報を処理する必要がある。このため、処理内容を複数のコントローラに分散して処理する分散制御を用いる。このこ

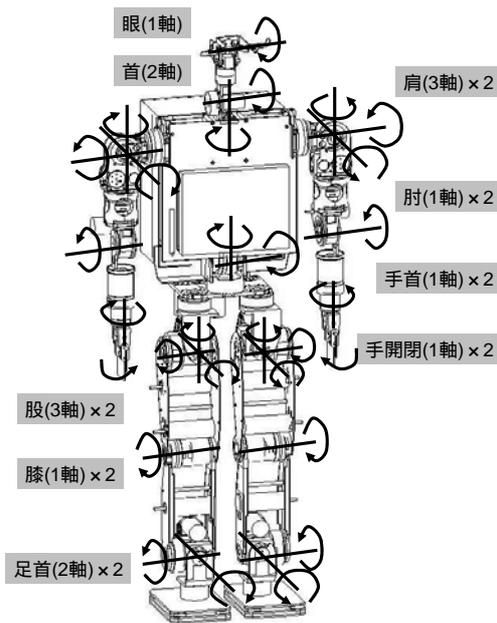


図2 ロボットの関節自由度

とにより、処理内容に応じて専用のコントローラを割り付けることが可能になり、システム全体のスループットの向上が期待できる。さらに、モータの近くにモータ制御コントローラが配置できるため、配線量を削減することが可能となる。図3に制御ハードウェアの構成を示す。モータ制御に関しては、2つのモータを同時制御可能なモータコントローラ(CPU SH2)を割り当てた。下肢運動制御に関しては、SH4を搭載したマイコン基板を割り当てた。上肢運動制御に関しては、アプリケーションコントローラと統合してSH4マイコン基板に割り当てた。画像処理に関しては、イメージプロセッサNVP-935N、音声処理に関してはDOS/Vボードを割り当てた。

また、体内LANには、1Mbps以上の高速通信が可能であること、マルチキャストな通信が可能であることおよび、実装が容易さからRS-485を使用した。

3.3 デザイン

ロボットにおいて、外観はロボットを印象づける大きな要素であることから、次のコンセプトに基づいて、デザイン開発を行った。

- ・ものづくりを象徴するメカニカル感と、人とのコミュニケーションを重視した生命感とが融合した、ハイブリッドなスタイリング
- ・感情や魂を感じさせる心臓の部分に電飾の窓を設置
- ・誰からも受け入れられやすい適度に丸みのあるフォ

表2 各関節の仕様

関節	可動範囲	最高速度
頭部(目)	ピッチ -8° ~ 2.5°	120°/sec
首	ピッチ -4.5° ~ 6.5°	200°/sec
	ヨー -10.5° ~ 10.5°	200°/sec
肩(上腕)	ピッチ -96.5° ~ 186.5°	200°/sec
	ロール -10° ~ 180°	200°/sec
	ヨー -90° ~ 90°	200°/sec
ひじ	ピッチ 0° ~ 120°	200°/sec
手首	ヨー -9.5° ~ 9.5°	200°/sec
手	ピッチ 0° ~ 15.0°	200°/sec
腰	ヨー -43.5° ~ 43.5°	200°/sec
股関節	ピッチ -8° ~ 4.5°	200°/sec
	ピッチ -9.0° ~ 4.5°	210°/sec
	ロール -3.5° ~ 1.5°	210°/sec
ひざ	ピッチ -4.5° ~ 4.5°	200°/sec
	ピッチ -4.5° ~ 14.5°	210°/sec
足首	ピッチ -7.5° ~ 7.5°	210°/sec
	ロール -3.0° ~ 1.7°	210°/sec

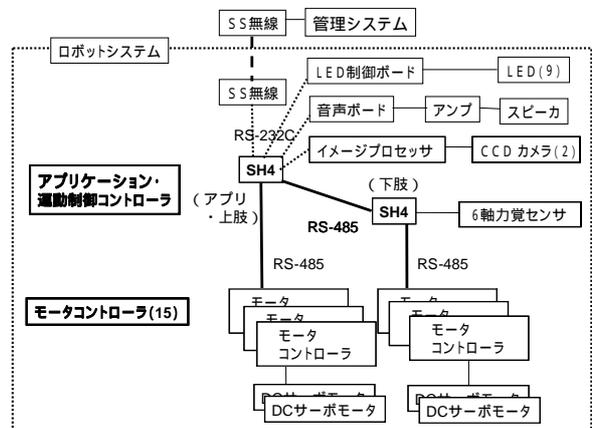


図3 制御ハードウェアの構成

6. まとめ

本県では、産業振興施策の一環として、ロボット関連技術の県内企業への蓄積を図ることを目指している。この1つの手段として、愛知万博での展示を目的としたヒューマノイドロボット「ながら-3」を県内企業と協力して開発した。本研究では、開発仕様、ハードウェアおよびソフトウェアの概要について報告すると共に、動作試験の様子を紹介した。

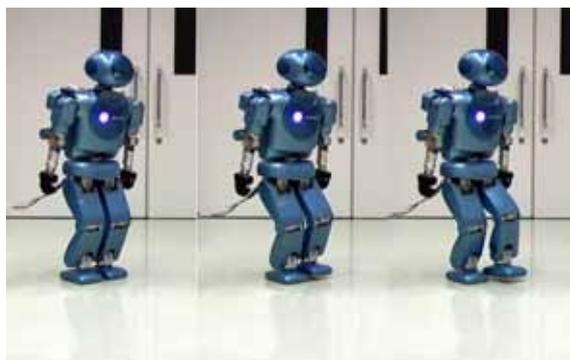
謝 辞

本研究は、NEDO（新エネルギー・産業技術総合開発機構）の「次世代ロボット実用化プロジェクト（プロトタイプ開発支援事業）」の採択を受けて開発した。

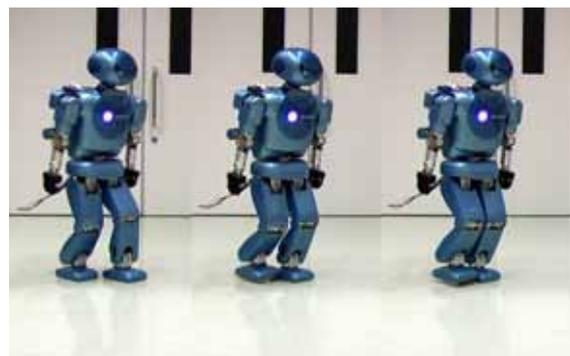
本研究は、(社)岐阜県工業会2足歩行ロボット試作特別研究会と共同で実施した。参加・協力企業各社に感謝する。

文 献

- [1] 梶田秀司 “線形倒立振り子モードを規範とする動的2足歩行ロボットの実時間制御” 機械技術研究所報告, 第171号
- [2] 久富茂樹, 光井輝彰, 稲葉昭夫, “「ながら-3」の歩行パターン生成に関する検討 - 万博出展ロボット「ながら-3」の開発 ”, 岐阜県生産情報技術研究所研究報告No 6, pp23-26, 2004
- [3] 小川宏, 稲葉昭夫, “移動物体の位置検出手法の検討 - 万博出展ロボット「ながら-3」の開発 ”, 岐阜県生産情報技術研究所研究報告No 6, pp27.-28, 2004

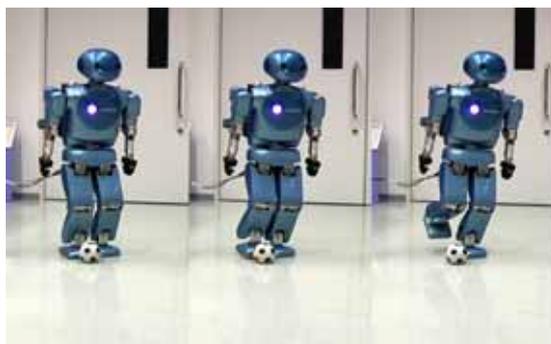


(a) (b) (c)



(d) (e) (f)

図5 歩行の様子



(a) (b) (c)



(d) (e) (f)

図6 キック動作の様子