

人型キャラクターのエンターテインメントロボットの開発

—モーションキャプチャシステムの応用—

○富田心太*1 牧田瞬*2

松戸康次郎*2

入江寿弘*3 新宮清志*4

キーワード：ロボット エンターテインメント ヒューマノイド キャラクター モーションキャプチャ

1. はじめに

近年、人型のコミュニケーションロボットやエンターテインメントロボットが高い注目を集めているが、これらのロボットの出現が目立ってきた事には話題性や流行りといった要素以外に要因がある。

それは会話等に使う AI や合成音声技術の発達である。これらは近年、急速に発達して広がりを見せている分野であり、これらをエンターテインメントロボットに実装することにより、より自然で、人を楽しませることができる様になったといえる。

そのような中において、近年の合成音声ソフトの流行のきっかけとなったのが、キャラクター性を持ち、バーチャル・アイドルとしても知られる、歌声合成ソフトウェア VOCALOID¹⁾ の初音ミク²⁾ である。合成音声においては、長い間音声は音声だけであることが主流であり、人の声の合成音声でありながらも人型キャラクター的外見を持たなかった。合成音声にキャラクターの外見をしっかりと設定されたものが世界的に流行するきっかけとなったのがこの初音ミクの出現と流行である。

また実際に、これらの合成音声はロボットの音声としても使われ始めた。例えば、コミュニケーションロボットの Pepper³⁾ には、テキスト読み上げソフトウェア、AI talk³⁾ の音声合成システムを用いた、キャラクターを持った音声合成ソフト、「VOICEROID」の一つである「弦巻マキ」と同一の声（合成音声）が使用されている。

そこで、これらのキャラクター性を持った合成音声ソフトウェアを、キャラクター性と声をそのままにロボット化することで、より魅力的なエンターテインメントロボットを作成することが可能であると考え、「初音ミク」を等身大の人型エンターテインメントロボットとして世界に先駆けて作成した。

また現在、特に人型の等身大ロボットにおいては、2足歩行能力を持たないものが多い。これは、何より2足歩行の技術的未熟さとともに高コスト、安全性の確保等の面があるためと考えられる。

しかし、ロボットの活動空間を人間の生活空間と想定する場合には安全性は非常に高いハードルとなるが、ステー

ジ上やイベント会場でのスタッフに管理された空間など、限定され整えられた環境下においては、安全性や2足歩行能力に対するハードルは大きく下がる。

コミュニケーションロボットには、常に人を楽しませるための要素としてエンターテインメント性も求められる。その点において、2足歩行ロボットは2足歩行という要素そのものがエンターテインメントとしての魅力、すなわち実用性になりうる。そのため、エンターテインメント向けロボットにおいては、2足歩行ロボットは他の用途と比較して、早期から実用可能な段階に達すると考えられる。

2. 機体概要

本機体 (HRI-2)⁴⁾ は身長167cm、体重12kgfであり、全身で50個のRCサーボモーターを搭載した人型ロボットである。頭部にwindows8.1搭載のPCを搭載し、両目にはUSBカメラ、口にはスピーカーを搭載している。図-1に全体の外観を、図-2に全体の寸法を示す。



図-1 ロボット (HRI-2) 外観

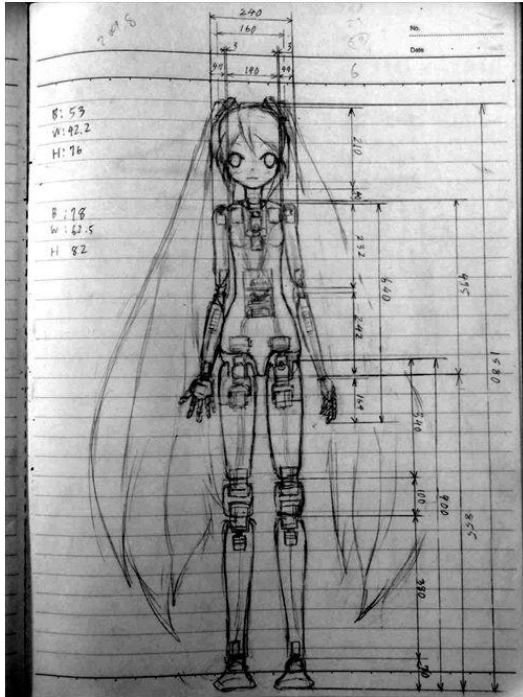


図-2 全身寸法

本機体は軽量化のため、図-3に示すように疑似的な中空構造（応力外皮構造）をとっており、内骨格型ではなく外骨格型の構造となっている。

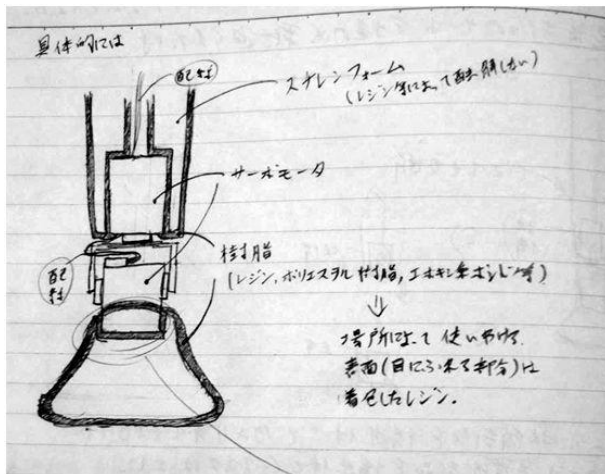


図-3 応力外皮による機体構造

硬質ウレタンフォームの周囲にウレタン樹脂（レジンキャスト）が2mm前後の厚みで塗布されており、発泡体の周りを硬質の樹脂で覆った形である。これによって強度を保ちつつも等身大ロボットとして軽量な12kgfという重量を実現した。体重が軽いことによってアクチュエータの必要出力も小さくて済み、さらなる軽量化、省スペース化に効果があり、また、人に対しての安全性の向上も期待できる。

サーボモーターの設置と配線を終えた状態のボディの外観を図-4に示す。



図-4 ロボット素体

また、システム構成は図-5のようになっている。

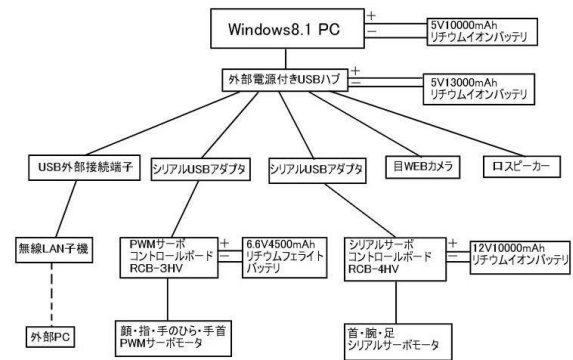


図-5 機体システム構成

頭部・表情生成機構

以下に頭部の構造図を示す。構造としては体と同じく発泡体と表面の樹脂による応力外皮構造のフレームの上に各種機構を配置する。頭頂部付近にベアボーンPC (Diginnos LIVA) を積む。排熱経路や主要装置の配置は図-6、図-7のようになっている。

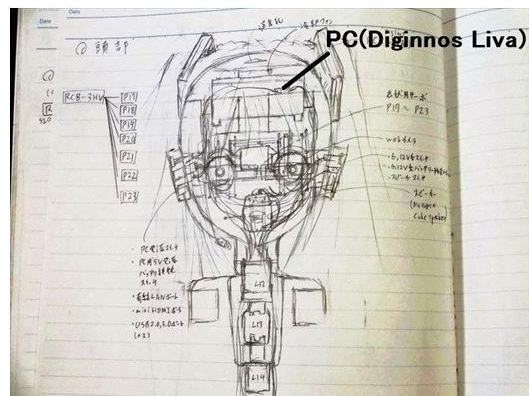


図-6 頭部構造図

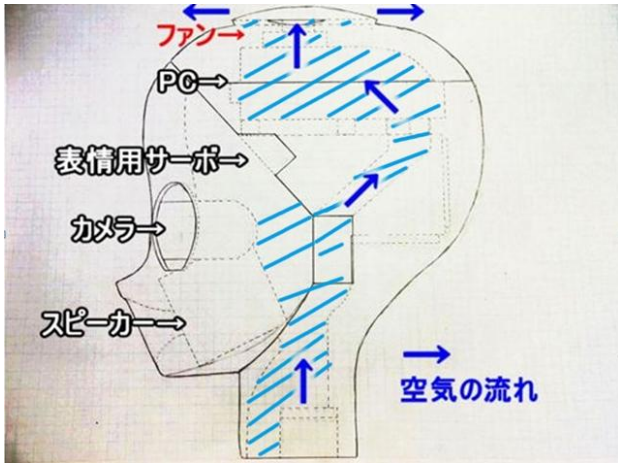


図-7 頭部フレーム形状・装置位置・エアフロー

本機体の表情生成機構は、頭部内部に設置したサーボモーターに接続した両腕ホーンによってワイヤーを引っ張り、ワイヤーチューブを通るワイヤー（タコ糸）を介して顔表面の表情変化用のプレートを動かす、そのプレートと接続された人工皮膚が動くことによって表情を変える事を可能とした機構である。

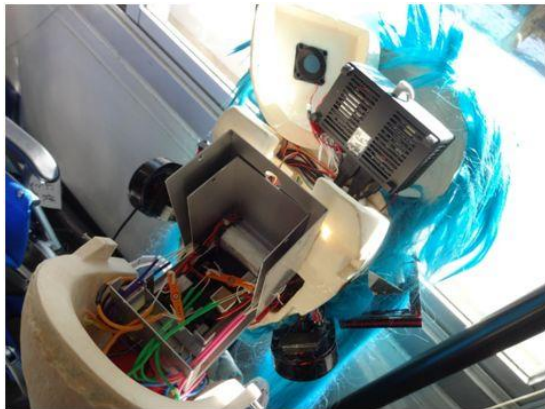


図-8 頭部内部機構

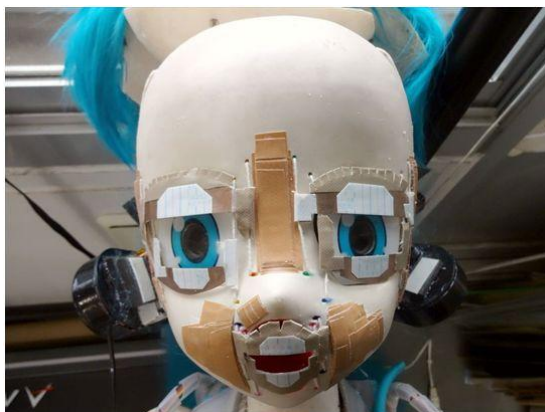


図-9 顔表面表情生成機構

図-10に実際の表情動作の様子を示す。



図-10 表情動作例

3. ロボットによるアバターシステムの開発

現在、慣性センサによるモーションキャプチャシステムを用いて、人型キャラクターの3Dモデルを動かす、そのモデルと人型ロボット（本機体）が動きを同期させる、モーションキャプチャによる全身のマニピュレートシステムを開発している。また、それと同時に、目カメラからの映像のVR（バーチャルリアリティ）仕様の視聴を可能にし、音声認識による人の声の合成音声のキャラクター・ボイスへの変換、表情の同期なども開発しており、これらをすべて統合した、ロボットによるキャラクターのアバターシステムの開発を進めている。（アバターとは、自分自身の分身となるキャラクターの事である）

これにより、人型キャラクターのプロモーションやイベントにおいて、コスプレや3DCGに加えて新たな選択肢が実現可能になると考えられる。特に、技術的な成熟に至った場合、実在感やキャラクターの再現度において大きな利点があると考えられる。また、現実世界において好みのキャラクターの姿や声になっての活動が可能となる。図-11に開発中のシステムの概略を示す。

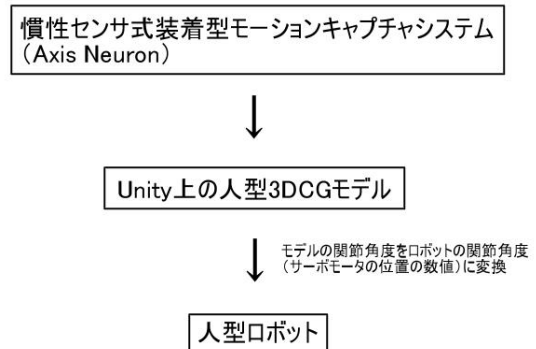


図-11 開発中のキャラクターアバターシステム構成図

モーションキャプチャには Axis Neuron⁵⁾を用いている、身体装着型の慣性センサによるモーションキャプチャシステムであり、光学式と違いカメラ等の設置が不要であるという利点がある。本システムは開発目標としてイベント会場等で利用することを想定しているため、持ち運びが簡易で設置スペースもとらない事は大きな利点である。

次に、ゲームエンジン Unity⁶⁾を用いモーションセンサから取得したデータをキャラクターの3Dモデルに反映させる、これによってまず人→3Dキャラクター間の同期が可能となる。この3Dモデルの関節角度と本機体（ロボット）の関節の対応付けを行い、それぞれの関節角度の値とサーボモーターの数値との対応付けを行い、同期させるプログラムを作成した。これにより、人→3Dモデル→ロボット間の動作の同期が可能となった。

Unity上の3Dモデルを紹介する事により、Unity上のモデルを動かすという事につなげてシステムを追加する事で、ロボットを動かす部分には変更を加えずに済む。図-12、13にその実際の動作の様子を示す。使用している3Dモデルは「Tda式初音ミク デフォ服 ver」⁷⁾である。

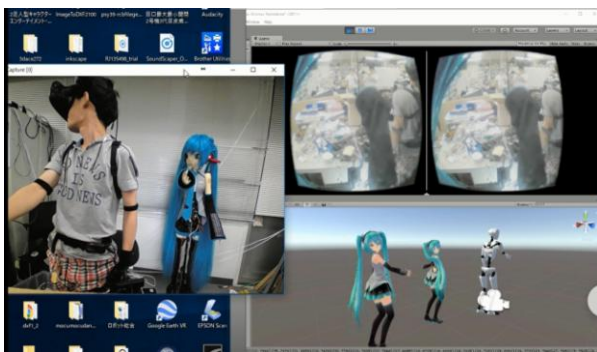


図-12 開発中のアバターシステムの動作の様子



図-13 人とロボットとの動きの同期

指についても、基本的に同様の手法でシステムを構築している、また、目についてはHMD（ヘッドマウント・ディスプレイ）を被っているため変化を計測する事が難しい、そこで開閉モーションのループにより自然さを出し、ロパクについては合成音声を発している間にモーションのル

ープを行う。

視界については、2つのカメラを用い、人間と同様の視差分を持つ映像をVR用に加工することで、HMDを装着しての視界の立体視が可能となった。ただし、現状の本機体では両目のカメラを正面に向けて設置するようにはできていないため、1カメラの映像からの疑似的な視差差分を作り出しHMDで見るように変更している。

また、音声認識によりテキスト出力したテキストをもとに合成音声ソフトによって音声を合成することで人の声をキャラクターの声に変換するシステムも開発中である。

4. まとめ・今後の展望

現状、指のシステムと体のシステム、また、音声のシステム同士の統合が完了していないが、コミュニケーションにかかわる全身の多くの要素について、人間とキャラクターとロボットとの間の同期に成功した。

今後、これらを統合し、全身的なコミュニケーション機能の実装を計ることで、より自然に見え、高度な意思疎通が可能なロボットによるキャラクターアバターシステムを構築し、ロボットを使ったエンターテインメントの発展に貢献していきたい。

参考文献

- 1) 剣持 秀紀 大下 隼人 「歌声合成システム VOCALOID Singing synthesis system "VOCALOID"」 情報処理学会研究報告音楽情報科学 (MUS) 2007(102(2007-MUS-072)), 25-28, 2007-10-11 一般社団法人情報処理学会
- 2) <http://www.crypton.co.jp/mp/pages/prod/vocaloid/cv01.jsp>
- 3) 吉田 大介. プロダクトA 高品質音声合成エンジン: AITalk. 自動認識 / 月刊自動認識編集委員会 編. . 29(12)=392:2016. 10. 38-40
- 4) 富田 心太. 鈴木 佳太. 山口 尚菜. 入江 寿弘. 新宮 清志. 2足人型キャラクターエンターテインメント・ロボットの開発: リアリティと記号の中間の感情表現. 計算工学講演会論文集 Proceedings of the Conference on Computational Engineering and Science / 日本計算工学会 編. . 22:2017. 5. 6p
- 5) <https://neuronmocap.com/ja>
- 6) <https://unity3d.com/jp/>
- 7) <http://seiga.nicovideo.jp/seiga/im2975205>

-
- *1 日本大学大学院 理工学研究科 精密機械工学専攻 大学院生
*2 日本大学理工学部 精密機械工学科 学生
*3 博士 (工学) 日本大学 理工学部 精密機械工学科 教授
*4 工学博士 日本大学 名誉教授, 総合資格学院 特別顧問