

Robot Musical: ロボットの振る舞いの実装に関するデザイン手法

坂本大介*1 長田純一*2 佐藤崇正*1 内本友洋*1 北野勇*1 岡田孟*1 本間正人*1
小松孝徳*1 鈴木昭二*1 鈴木恵二*1 小野哲雄*1 松原仁*1 畑雅之*3 乾英男*3

*1公立はこだて未来大学

*2NECデザイン

*3NECソフトウェア北海道

概要: ロボット技術が発展し、高度な表現能力を持ったロボットが安定してデモを行うことができるようになってきた。これに伴い、ロボットの表現能力を最大限に生かすための振る舞いについての知見の重要性が高まってきている。特に、ロボットがダンスを行う際の題材や見せ方についての方法論は未だにガイドラインすら無い状態である。本稿では我々が愛・地球博(愛知万博)で行ったデモンストレーション(ロボットミュージカル)の開発に伴って得られたロボットの振る舞いやダンスの振り付けに関する知見について報告する。

Robot Musical: A Design Method of Implementing Robot Behaviors

D.Sakamoto*1, J.Osada*2, T.Sato*1, T.Uchimoto*1, I.Kitano*1, H.Okada*1, M.Honma*1,
T.Komatsu*1, S.Suzuki*1, K.Suzuki*1, T.Ono*1, H.Matsubara*1, M.Hata*3, H.Inui*3

*1Future University-HAKODATE

*2NEC Design, Ltd.

*3NEC Software Hokkaido, Ltd.

Abstract: With the developing Robotics, Robots that have high-powers of expression and can demonstrate stably are developed. We consider that the knowledge of implementing robot behaviors to maximize the powers of expression of robots is getting importance. However, there is no methodology and guideline of designing and implementing robot behaviors. In this paper, we describe that the guideline of designing and implementing robot behaviors that we set up, and knowledge of designing and implementing robot behaviors from developing our demonstration (Robot Musical) in EXPO 2005 AICHI.

1 はじめに

近年、様々なロボットが研究・開発されるようになり、人と安定してインタラクションすることが可能なロボットが多数登場してきている。特に、ロボットの外装・外見に特徴を持つものも多く開発されるようになってきた。しかし、人型ロボットのような身体性を持つロボットの振る舞いに関する知見はまだ少ない。特に、人型ロボットのエンタテインメントへの応用に関する知見は未だに全くといって良いほど無い。これはエンタテインメントロボット開発グループごとに別々のガイドラインや知見を見いだしているためであると考え

られる。我々はこれらの知識を共有することに大きな意味があると考え。

我々は愛・地球博で開催されたプロトタイプロボット展に出展しロボットミュージカルというデモンストレーションを行った。このデモンストレーションはロボットが人と対話しながら歌を歌ったりダンスをしたりするようなものであった。さらにロボット同士の掛け合いを織り交ぜ一つのステージとしてパッケージしたものであった。

本稿ではロボットの歌やダンスを実装する際に設定したガイドラインや開発段階で得られた知見について報告する。

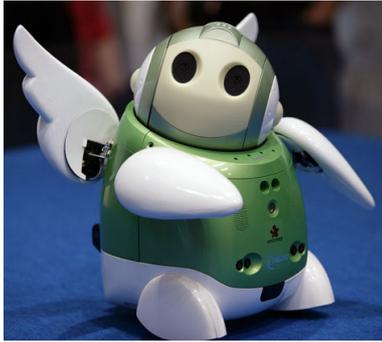


図 1: ロボットの外観

2 役者となるロボット

ロボットミュージカルを行うにあたり、役者となるロボットは NEC 製の PaPeRo を使用した[1][2]. ただし、今回使用する PaPeRo は先行研究の成果物[3][4]として開発された手と羽を持ち、これらを簡単に取ったり付けたりすることができるようになっている(図 1). 手と羽はそれぞれ 2 自由度の稼働が可能である.

元々の PaPeRo では首と足(胴体)しか動かすことができなかったが、手と羽をつけることで本来の PaPeRo よりも表現力が飛躍的に増加した. さらに、羽という非現実的なパーツを使用することで、ミュージカルのようなファンタジーを演じることに適したロボットになったと思われる.

3 ミュージカルのシナリオ

ロボットに実装したシナリオについて詳述する. ミュージカルでは人(ロボットと一緒にシナリオを進行する人物. 以降 MC)とロボットが掛け合いながらシナリオを進行させる. 特に今回はミュージカルであるため人とロボットが歌やダンスを行いながらシナリオを進行して行く. ミュージカルでは 3 体のロボットが役者となり演技する. 3 体のロボットには銀太(男), みどり(男), ピンク(女)という名前が付けられており、それぞれキャラクター付けがされている. 銀太は気弱な男の子, みどりはしっかり者のリーダー, ピンクはお姉さんのような女の子というようになっている. このようにキャラクター付けをすることで観客に対してシナリオが分かりやすいように演出している.

大まかなシナリオの流れとしては、3 体のロボットの真ん中のロボット(銀太)だけが羽が無いので落ち込んでしまうが、実は羽は付けられていないだけであることを説明した後、羽を作っている博士が登場し羽を付けてあげるというストーリーで

表 1: MC との掛け合いシナリオ

	MC	「みどり君、みどり君、ちょっとまって、ちょっとまって。」
	みどり	「なに？」 ※MCの方を向く
	MC	「早口言葉が得意なの？」
	みどり	「できるよ。」 ※ ピンク、銀太驚く
	MC	「じゃあ、やってみてよ。」
	みどり(ものすごく早く)	「OK! 生麦・生米・生卵、赤巻紙青巻紙気巻紙、東京特許許可局・・・」 ※ ピンク、銀太あきれ
S1	MC	「早い! 早い! もっとちゃんとやってみてよ!」
	みどり(ものすごく遅く)	「OK! じゃ行くよ! 生麦・生米・生卵」 ※ ピンク、銀太あきれ
	MC	「ちょっと、ちょっと、、、」
	みどり	「遅かった?」
	MC	「遅すぎ!」
	みどり	「じゃあ、もう一回やるね。」
	みどり(適度な速さ)	「生麦・生米・生卵、赤巻紙青巻紙気巻紙、東京特許許可局・・・」

ある. このシナリオでは先行研究の成果物[3][4]である手羽の簡単な取り付け、取り外しを効果的に演出することが重要であり、これを中心として「みにくいアヒルの子」のようなストーリーとした.

万博のデモンストレーションでは全体の時間が約 8 分 30 秒の時間しか演技することができなかった. そのため、限られた演技を限られた時間で行う必要があった.

以下に今回のシナリオの特徴的な点である「人とロボットの掛け合い」、「ロボットの歌唱」、「ロボットのダンス」、「ロボットのファンタジー性」について詳述していく.

3.1 人とロボットの掛け合い

長田らはロボットが漫才師と掛け合いながら漫才をする実験を行い、ロボットが「お笑い」とい

うエンタテインメントに応用可能であるということを示した[5]。彼らは人とロボットの掛け合いが観客の笑いを誘うことができるということを示したことは非常に重要である。なぜなら、既にロボットが舞台上がり演じきりだけの表現力があることを示したためである。

先行研究に習い、我々が行ったミュージカルではMCとの掛け合いに「笑い」の要素を入れるための工夫をした。具体的には以下で示すロボットらしさを逆手にとるようなシナリオを用意し実装した(表1)。これはロボットが早口言葉をできると言ったためにMCがロボットに対して早口言葉を実際にやって見せるよう促すが、観客が聞き取れないほど早く早口言葉をしてしまい笑いをとるものと、逆にあまりにも遅すぎて聞き取れないものを立て続けに行うというものである。

この掛け合いはロボット同士で行うことも可能であるが、人からロボットに対して行動を催促することで観客の笑いを誘いやすくしているということが言える。つまり、MCがロボットの行動に対して驚くことで観客もそれにつられてしまうということがある。言い換えると意外性が強調されるということが言える。

3.2 ロボットの歌唱

ロボットが歌を歌うということ自体が新しい試みであると思うが、それ以上に歌を歌いながら踊るということは我々にとっても新しい試みであった。この歌はミュージカルのシナリオに沿ったものであり、ストーリーの進行に重要なものである。表2に示す歌唱パートではMCがロボットに対して歌を歌いながら自己紹介を促し、それに答える形でロボットが歌う。これが3体分用意されておりそれぞれのキャラクターを反映させた自己紹介を行う。

3.3 ロボットのダンス

今回のミュージカルでは3箇所ダンスパートを設け、それぞれストーリーの進行に重要な要素として用意した。1つのダンスは既に人の振り付けが存在するものであり、それを模倣して振り付けを行うが、残りの2つはロボット用に創作したダンスを振り付けした。

表 2: ロボットの歌唱シナリオ

	MC	「じゃ、oh ブレネリの音楽に乗せてそれぞれの自己紹介。ミュージックスタート」 ♪「Oh ブレネリ」 ※Ohブレネリの音楽に 乗せて歌いながら
	MC	「まずは紅一点、左側の女の子から。名前と特技をよろしく」
S2	MC	「♪Ohパペロあなたの名前は何か?」
	ピンク	「♪私の名前はピンクです。歌とダンスが大好きなの」 ※MCはパペロの言葉を反復するように、相槌を打つ 「ピンクちゃん。歌とダンスが得意だそうですー!」
	MC&パペロ3体全員で	「♪ヤッホー、ホートランランランヤッホホートランランラン、ヤッホホートランランラン、ヤッホッホ」

3.4 ロボットのファンタジー性

シナリオ中には「僕も空を飛びたいなあ」や「これで僕も空を飛べるんだね」という台詞が存在する。実際にはできないものをできると言っているため、この台詞に対して疑問を持つものもいた。ロボットは工学から生まれたものであり、ロボットを開発する技術者にはこのようなファンタジー性を簡単に受け入れることができない者もいるが、ロボットがエンタテインメントとして活躍する上でファンタジー性は非常に重要であると我々は主張する。つまり、エンタテインメントロボットがファンタジーの役者として認められなければ、また、認められるような演技ができなければ、エンタテインメントでの応用は期待できない。ロボットが夢の世界を演出することこそがエンタテインメントにおいて重要である。

今回我々シナリオは強いファンタジー性を持っている。

4 振り付け方針

ロボットミュージカルというファンタジーを演じるロボットが取るべき振る舞いは観客にとって面白く、また楽しいと思ってもらえるものでなく

てはいけない。さらに、今回のミュージカルで使用したロボットは人とは異なる自由度を持ち、かつ人型ロボットではないロボットであったため、人と全く同様の振り付けを行うことができなかった。さらに、羽というこれまでのロボットに無い身体性を持っているため、これについても考慮する必要があった。ここではロボットの振る舞いやダンスの振り付けを行う際の我々の考えと、これを生かすための振り付けのデザイン手法について詳述する。

4.1 「らしさ」の演出

SF 映画に人間と仲の良い仲間として登場するロボット達はロボットらしい振る舞いの中にもどこか人間に近い振る舞いを持っている。映画「A.I.」に登場するデイビットは、外見は人間であるが振る舞いの中に僅かではあるがロボットのような振る舞いをしている[6]。これは非常に気持ちの悪い演出ではあるが、この理由はロボットが非常に人間に近い振る舞いをしていることに対する人間の嫌悪感を示しており、言い方を変えるとロボットが人間らしくあることへの強い違和感を示していると考えられる。このようにロボット、特にアンドロイドのような人型ロボットに見られる人間らしさとロボットらしさの中間のような振る舞いはそれを見る者、特に観客に対して強い印象を与えることができると考えられる。これについて「人間(生物)らしさ」「ロボットらしさ」に分けて詳述する。

人間(生物)らしさ

人もロボットもそれ自身が持つ身体性を越えて振る舞うことはできない。一般的な人間は2本の手と足を持っているが羽は持っていない。そのため地面に足をつけて二足歩行ができるが、空は飛べない。また、人間は1つの頭部を持っており、これに顔が付いている。我々は頭部についた顔で大部分の感情表現を行っている。ロボットはロボットを開発した技術者の思想を反映した身体性を持っている。現在開発されているロボットの多くは人間やその他の生物のような形をしており、そのような身体性を持っている。我々はこのような

ロボットを見たときにその身体性から彼らの振る舞いや行動を想像するが、想像を超えた振る舞いをした場合には大きな驚きをもたらす。特に人型ロボットが人間の身体性を越えた振る舞いをしたときにはホラー映画のような不気味さを持つ。

これらの要因からロボットの振る舞いはその身体性からの想像を超えないように制限する必要があると思われる。しかし、意外性の演出としてこれを用いることは非常に有効である。また、人型ロボットのように何かしらを模倣したロボットであれば、模倣する生物の振る舞いに近い振る舞いを実現することで人間(生物)らしさを出すことが可能であると思われる。人間(生物)らしさを実現するためには表現の豊かさが必然的に必要になるだろう。言い換えると人間(生物)らしいと思える振る舞いは豊かな表現力によって実現されると思われる。

ロボットらしさ

ロボットの振る舞いに人間(生物)らしさが必要であることを上で主張したが、しかし、ロボットはロボットの身体性を持ちその上で表現することしかできない。これはつまり人間がロボットダンスを踊ったとしてもそれは人間の表現でしかないことを意味する。ロボットが人間(生物)のように振る舞ったとしてもそれはロボットでしかないのである。さらに我々は無意識にロボットに対してロボットのような振る舞いを期待してロボットを見ているようにも思われる。

このようにロボットに対して動作を振り付ける際には人間(生物)らしく振る舞わせることと同時にロボットらしさも残す必要があると思われる。特にエンタテインメントロボットが舞台上で演じる振る舞いについてはロボットが頑張っているように振る舞っていることを主張するような振る舞いが現在のロボットに必要なのではないだろうか。つまり、完全に人間と同様の外見を持ち、同じ動作機構を持つロボットが現れたとしたらロボットらしさは人間らしさと同等となるだろうし、ここでは完全に人間のように振る舞うことが可能になる。これまではロボットはロボットらしさの残る振る舞いをする必要があると考える。

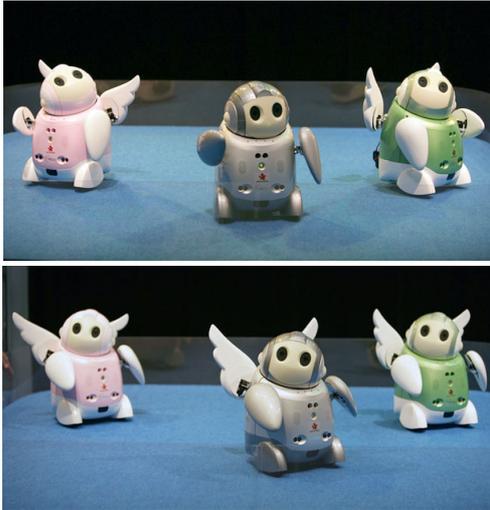


図 2: ロボットのダンス

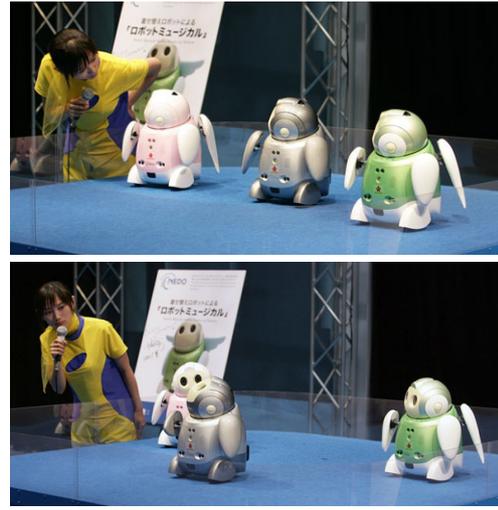


図 3: MC との掛け合い

4.2 振る舞いのデザイン手法

4.1 節を踏まえた上でロボットミュージカルにおいて我々がロボット上に実装する振る舞いのガイドラインを設定した。以下にそれらを示す。

1. 人とロボットの間のような振る舞いをする
2. 特にロボットらしい振る舞いは演出効果として使う
3. 可能な限りなめらかな動作を実現する
4. ロボットの外見, 身体性を生かす振る舞いを目指す

このガイドラインを元に実装を行う。実装はロボットの振る舞いの評価とセットで何度も繰り返す必要もある。また、実際にロボット上で振る舞いを実装する前にロボットを手で動かし、動作イメージを想像、確認、開発グループで共有する必要がある。これらの実装・評価プロセスを以下に簡単に示す。

1. ロボットの大まかな振る舞いのイメージ作成する。
2. ロボットを手で動かし、イメージを確認する。また、イメージの共有をする。
3. 2の評価を行う。必要に応じて1.2を行い、イメージを再構成する。
4. 実際にロボット上に実装する。
5. 4の実装された振る舞いの評価をする。

これを繰り返し行うことで最終的な振る舞いを決定する。

5 万博でのデモンストレーション

実装したミュージカルを愛・地球博で開催されたプロトタイプロボット展でデモンストレーションを行った。全体で11日間21回のデモンストレーションを行ったが、ロボットが止まることは1度も無く、非常にスムーズに進行することができた。観客の評判も良く、満足のいくデモンストレーションができた。実際のデモンストレーションの様子を図2と3に示す。

6 考察

開発段階でのロボットの振り付けデザイン手法、実装・評価プロセス、完成した振る舞いについて考察する。

振り付けデザイン手法

ロボットの振り付けは4.2節で設定したガイドラインと実装・評価プロセスを踏まえて行った。完成したロボットの振る舞いは概ねガイドラインに沿ったものとなったと思われる。特に人とロボットの間のような振る舞いに関しては、多くの人が見て自然であると思われるようなものとなったと思っている。

話題の中心となっているロボットは必然的に何かしらの行動を取らなければならないが、それ以外のロボットも何かしらの振る舞いをしなければならない。特にロボットの場合、ロボットが何も動かなければ死んだような印象を与えてしまう。話題の中心となっていない時のロボットの振る舞

いにこそ、振る舞いの自然さが求められると考える。今回実装した振る舞いではこの自然さが良く出ていたように思われる。これはガイドラインの1を強く意識した結果であり、これは成功したと思っている。ガイドラインの2に関してはロボットが笑いを誘う場合に効果的に演出した結果、ロボットの振る舞いで観客の笑いを誘っていた。また、ガイドラインの3のロボットの振る舞いのなめらかさに関しても、今回使用したロボットの限界のなめらかさを追求したことにより実現できたと思っている。ガイドラインの4に関しては、今回使用したロボットの羽を効果的に演出することで実現していた。

実装・評価プロセス

ガイドラインに則り、振り付けの実装・評価プロセスを行ったため、完成した振る舞いは概ね満足のいくものとなった。今回用いた実装・評価のプロセスで特に重要であると感じたのは振り付けの「引き算」である。今回使用したロボットにはこれまでの人型ロボットでは珍しい羽が付いており、この振り付けについて多くのイメージを持ったため、これを効果的に演出しようと積極的に羽を動かす演出を考えていた。しかし、実際に実装した羽の動きはあまりにも羽を動かしすぎているために人らしさともロボットらしさとも違う印象を与えるものとなってしまった。例えるならば昆虫のような振る舞いとなってしまった。このため、手の動きも併せて動きを減らす作業を行った。同時にこの昆虫のような動きは笑いを誘うための演出として使うこととした。このように初めて振り付けるパーツに関しては振り付けをしすぎてしまう傾向が強いと思われる。そのため、振り付けの引き算を評価プロセスに導入することは特に効果的に機能するだろうことを確認した。

完成した振る舞い

3体のロボットが歌を歌い、ダンスをするミュージカルの振る舞いとして妥当な振り付けを行うことができたと思っている。複数台のロボットが舞台上昇り演じる場合の振る舞いであるため、振る舞いはあまり多くても少なくてもいけない。これを実装・評価プロセスでしっかりと検討した結果としてこれを実現できたため万博でのデモン

ストレーションにおいて高評価を得たと考えている。

7 まとめ

本稿では我々が行ったロボットミュージカルというデモンストレーションを行うための実装段階で得たロボットの振る舞いやダンスの振り付けに関する知見について報告した。今後、ロボットのエンタテインメント分野への応用はさらに加速していくことが予想される。特に、人とインタラクティブするだけでなく舞台上昇り役者として演じるロボットが多く登場することが予想される。本稿で報告したガイドラインや知見が今後のエンタテインメントロボットや舞台上昇り役者を演じるロボットの実装の指針となることを願う。

謝辞

開発にあたり藤田善弘氏(NEC メディア情報研究所)、西沢俊広氏(NEC メディア情報研究所)、石田雅一氏(NEC システムテクノロジー)、ぜんじろう氏、宮内見氏、西野由希子氏には多大なるご協力をいただいた。深く感謝する。

本プロジェクトは、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)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支援を受けて実施された。

参考文献

- [1] 藤田, 佐部, “ロボットエンターテインメントの提案”, 第19回日本ロボット学会学術講演会予稿集, 3J24, 2001.
- [2] 藤田, “パーソナルロボット PaPeRo の概要”, RJSJ2001, 2001.
- [3] 鈴木, 他, “オーサリング可能なシナリオ研究用ロボットの研究開発”, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2005 予稿集, 2005.
- [4] 佐藤, 他, “オーサリング可能なシナリオ研究用ロボットのためのパーツコントローラの開発”, 第23回日本ロボット学会学術講演会予稿集, 2005.
- [5] 長田, 他, “パーソナルロボット PaPeRo を用いたお笑いロボット「パペじろう」”, エンタテインメントコンピューティング 2004 予稿集, 2004.
- [6] スティーブン・スピルバーグ, “A.I.”, ワーナーブラザーズ, 2001.