特集 かわいい



5 いきいきと動くかわいいインタラクティブキャラクタ

三武裕玄（東京工業大学）

赤ちゃんやペット，小動物といった「いきもの」とのふれあいは，私たちにとってかわいさの大きな源である．かわいらしいいきものたちとふれあう体験を人工的に再現することは，より多くの人々に大きな楽しみや癒やしを提供するだけでなく，妖精やテディベアなどの想像上のいきものたちとふれあうといった，これまでにない体験をももたらす．本稿では，いきものとの直接的なふれあいを再現するかわいい人工物の事例について，筆者らのこれまでの研究を中心に紹介する．

かわいさとふれあいの両立

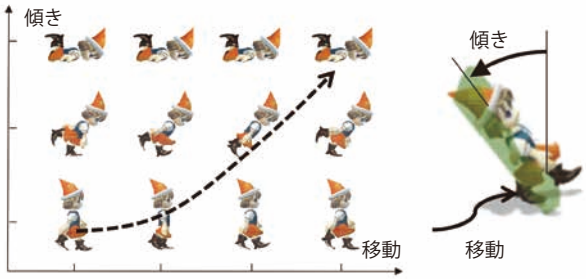
ゲームやメディアアート等のインタラクティブ作品において，キャラクタは世界観やストーリーを表現する役割を担うとともに，多くの場合はインタラクションの対象となって魅力的な体験を提供する役割も負う．これらを同時に成立させることは一般的には難しい．

筆者らが 2004 ～ 2007 年にかけて制作した "Kobito -Virtual Brownies" は，のぞき窓を通したときだけ見ることができる妖精 “Kobito” たちとのふれあいを通じて，架空のいきものが本当に目の前に存在するかのように感じさせる作品である（図 -1）．この作品では「こびとのくつや」をモチーフとする童話的な世界観を表現したかわいいキャラクタと，そのキャラクタを紅茶缶であらゆる方向からつつくことができるという高度なインタラクティブ性の両立が作品成立の鍵となった．

そのために開発したのが，物理シミュレーションとキーフレームアニメーションを組み合わせて用いる手法である．この手法ではまず，Kobito の全身



図 -1
作品 “Kobito –Virtual Brownies”



破線は多次元キーフレームの動作の例を示す．「箱モデルが移動しながら転倒した」ことに対応して，「キャラクタが歩きながら転ぶ」様子が再生される．

図 -2　物理計算とアニメーションの連動

を 1 つの箱型とみなして物理計算を行う．紅茶缶でつつかれた際の全身の移動と傾きは，箱モデルと缶との衝突とみなして計算される．ここに，あらかじめ手作りしておいた Kobito の仕草を重ねあわせる．一般的なキーフレームアニメーションは時間とともにコマを進めるが，本手法では箱モデルの移動量と傾きのそれぞれに応じてコマを進める「多次元キーフレーム」を用いる（図 -2）．

多くの人に親しまれるかわいらしい歩き方や転び方の仕草を実現するにはキャラクタのポーズを 1 つ 1 つ手作りするキーフレームアニメーションが簡便かつ確実であるが，それではすべてのつつき方には対応できない．物理計算を組み合わせ，少ないアニメーションからつつき方に応じた多様な反応



図 -3
多次元キーフレームにより生成された動作の例

動作（図 -3）が得られる仕組みを実現したことで，魅力的な体験を生み出すことができた．

また，箱型モデルの姿勢制御には人間の歩行を単純化したモデルである倒立振子の制御を用いたが，転んでしまう仕草がかわいいためあえて最適ではない制御パラメータを設定している．そのため Kobito は紅茶缶でつつかれると慌てて後ずさり姿勢を回復しようとするが，結局は転んでしまう．

かわいい振舞いの自動生成

Kobito で用いた単純な箱型の物理モデルと倒立振子制御は，つついて転ばせるインタラクションに適していた．一方で，つつかれても特に気にする様子もなく箱を押し続けるだけなので，いきものとは思えても彼らに心を感じることは難しい．

いきものとのふれあいにおいて相手に心を感じることは感情移入や駆け引きにつながる．相手の意図を推測した上で予想外の行動をしてみせれば，相手の好奇心を刺激していきいきとした反応を引き出すことができる．

そこで，心を感じさせるかわいらしい動作を自動生成するインタラクティブキャラクタとして実現したのが，“バーチャルクリーチャ Koguma” である．身体モデルと心理モデルの両面でいきものの仕組みを模倣することで（図 -4），手や指を用いた細やかなふれあいに対して，自然でいきものらしい反応の自動生成を実現する．たとえば図 -5 のように腕を持って引っ張る，頭をなでる，指でお腹や腕をつつくなどの細やかなインタラクションを可能としている．

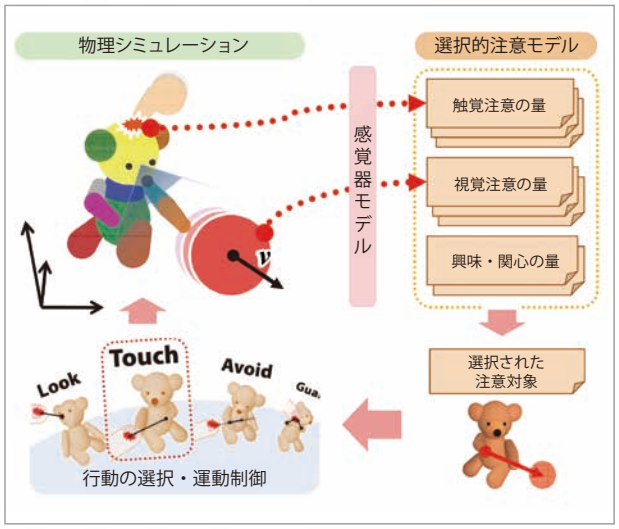


図 -4　いきものの仕組みを模倣したキャラクタ動作生成



図 -5　Koguma とのさまざまなインタラクション

Koguma の身体は 18 本の骨と 17 個の関節からなる物理モデルで表現され，動物同様に各関節に力を発生させて動作する．この身体モデルを制御し，いきものらしい反応を与えるのが「選択的注意」を模倣したモデルである．赤ちゃんや子猫の仕草を想像してみてほしい．彼らは動くものを見ると気を取られて注視し，とりあえず手を伸ばしてみるといった行動をとる．一度気になった物はしばらく追いかけ続け，ほかのものに気を取られると見向きもしなくなる．選択的注意は，こうした行動に深くかかわる原始的な心の仕組みの 1 つである．Koguma の場合，視野内の物体ごとに動きや接触，関心に応じた「注意の量」を計算し，注意量が最大の物体に注視し手を伸ばす．

人や動物では，原始的な選択的注意は成長につれて高次の心理機能に抑制されるようになる．逆に，心理モデルとして選択的注意のみを搭載した

Koguma は，高次の心理機能が発達する前の，赤ちゃんや子猫を彷彿とさせる振舞いをする．

かわいらしい動作をインタラクティブに自動生成することができる一方で，こうした物理・心理モデルの計算による動作生成には課題もある．動作生成に用いる計算モデルには多くのパラメータ変数が含まれ，これらを適切な値に設定しなければ望む振舞いは得られない．Koguma の場合，たとえば関節に力を与えるバネの強さを決める値を大きくしすぎれば緊張気味の震えた動作になってしまうし，小さくしすぎればだらけた動作となる．注意の移り変わりやすさを示す値が小さすぎれば病的なまでに特定の物に固執し，大きすぎればせわしない動きになってしまう．こうした値の調整は，キャラクタの振舞いを見ながら試行錯誤で行うほかない．

今後の研究では，かわいい印象をもたらす動作パラメータを解明することに加えて，たとえば与えられた動作例に近い動作が生成されるようパラメータを自動で最適化する仕組みなど，使いやすいデザイン環境を整えることが，計算による動作生成を普及させる鍵となるだろう．

柔らかいぬいぐるみロボット

キャラクタ動作を自動生成する仕組みの用途は，画面の中の CG キャラクタに限らない．人型・動物型のロボットと組み合わせれば，現実世界で本当にふれあうことのできる身体を持った，いきいきと動くキャラクタを実現することができる．

ところで，実際にふれるとなると，見た目だけでなく触感も重要な要素である．現行のロボットの多くはプラスチックや金属の外装を持ち手触りは硬い．これでは撫でたり抱き締めたりといったふれあいに向いているとはいえない．一方，犬や猫をはじめペットとしてよくふれあいの対象となる小動物は多くがあたたかく柔らかい．さらに布と綿によっていきものを模したぬいぐるみは，本物のいきもの以上にふわふわして芯まで柔らかいため触り心地がよく，子供から大人まで親しまれる存在である．

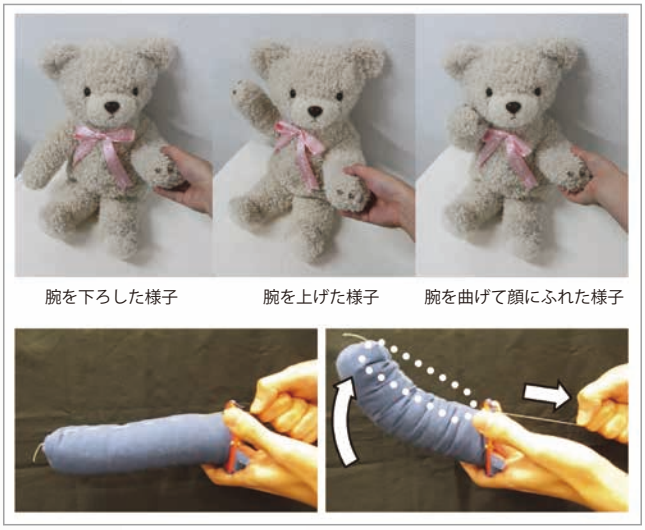


図 -6　柔らかいぬいぐるみロボットとのインタラクションと駆動機構

こうした背景から，芯まで柔らかく手触りの良いぬいぐるみの良さを保ちつつ，いきいきとした動作によるインタラクションも実現できるぬいぐるみロボットを開発した．手足などの可動部はすべて布に綿を詰めた綿袋だけでできており，内部に硬い部品は一切ない．綿袋表面に糸を縫い付け，その糸をモータで巻き取ることで腕や脚を曲げるように素早く大きく動かすことができる（図 -6）．

背後に置かれたカメラ（Microsoft Kinect）によって人の顔の位置や手の動きを認識し，Koguma と同様の注意モデルによって人の方に向かって振り向いたり手を伸ばしたりする．抱き上げられて頭をなでられたりした場合は，布袋表面に縫い付けられた導電性布でできたタッチセンサが反応し，手足をばたつかせるといった動作を行うこともできる．

布と糸という柔らかな素材を用いた駆動機構は，触感だけでなくロボットの動き自体にも柔らかな印象を与えている．この動きの柔らかさの一因として，動作時に腕が関節で曲がるのではなく，ゆるやかな曲線を描いて曲がることが挙げられる．これはぬいぐるみを用いた操り人形であるマペットを彷彿とさせる動きでもある．柔らかいぬいぐるみロボットの動きがかわいらしく見えるのはこの類似性が原因かもしれない．

好対照なのが杉浦裕太らによる PINOKY（図 -7）である．柔らかさを保ちつつ動作するぬいぐるみを実現する点では類似しているが，PINOKY は既存



図 -7　ぬいぐるみに動きを与えるデバイス“PINOKY”（杉浦ら，CHI 2012）



図 -8　ぬいぐるみロボットの機構を応用した猫のしっぽ型デバイス

のぬいぐるみの両肩にリング状のユニットを装着し，肩の付け根を外側から動かすことで手を上下させている．その動きは肩の付け根を持って腕を動かすぬいぐるみ遊びのものに近く，筆者らのぬいぐるみロボットとはまた少し違ったかわいさを持っている．

かわいい身体拡張に向けて

ここまでで紹介した，かわいいインタラクティブキャラクタの動作生成やロボットの技術は，キャラクタとのふれあいを実現する以外にも有用であると考えられる．そこで本稿の締めくくりとして，最近の試みを紹介しつつ展望を述べたい．

筆者の所属研究室の学生が開発した「S 字を描く装着型猫のしっぽデバイス」は，人間に猫のしっぽが持つかわいらしさと表現力を付与するためのデバイスである（図 -8）．ぬいぐるみロボットのワイヤ駆動機構を発展させ，猫のしっぽのようにしなやかな S 字を描くように動くことを可能にしている．

このようにロボット技術を用いて「かわいさを付与・強化する身体拡張」を実現するデバイスは，話題になった「脳波で動くネコミミ」をはじめ，今後ますます一般的になると期待できる．一方で，これらの拡張身体部位を適切なタイミングでかわいらしく動作させるには，入力を筋電や脳波に頼っている現在では装着者の熟練を必要としてしまう．

拡張身体部位デバイスにかわいいインタラクティブキャラクタの動作生成技術を組み込むことができれば，装着者からの入力がなくとも，装着者の置かれた状況に応じて身体部位デバイス自身が自律的に自然にかわいらしい動作で反応してくれると考えられる．この「かわいい寄生生物」とも言える仕組みができれば，装着者の負担なくかわいい身体拡張が実現するのではないだろうか．

インタラクティブキャラクタの動作生成技術は，人々が想像してきた架空のいきものたちを，バーチャルなキャラクタや自律ロボット，現実の人や動物の拡張などの形で，実際にふれ合える存在として具現化する可能性を秘めている．日常生活のさまざまな場面がかわいいキャラクタたちとのインタラクションで彩られる未来を目指し，研究を続けていきたい．

（2015 年 10 月 15 日受付）

三武裕玄（正会員）　mitake@haselab.net

2008 年東京工業大学大学院知能システム科学専攻修士課程修了．同年日本学術振興会特別研究員．2011 年同専攻博士課程修了．東京工業大学精密工学研究所助教，現在に至る．バーチャルクリーチャの研究に従事．博士（工学）．