

[暮らしの中で活躍する AI とロボット]

④ 自律型エンタテインメントロボット — 進化した aibo について —



藤田雅博 | ソニー (株) 森永英一郎 | ソニー (株)

AIBO の歴史

1997 年 AIBO 発表

1997 年新しい家庭用ロボットが Autonomous Agents という学会で発表された (図-1 左)。さまざまな形状と応用が可能なシステムとして提案されたが、その中の典型的な応用が 4 脚の完全自律型ペットロボットであった。疑似本能と疑似感情を持ち、ペットのように振る舞うことができる完全自律型ロボットの実現であった。

1999 年このロボットはデザインを一新して AIBO という名称で発売を開始した (図-1 右)。その後、デザインを変え、自動充電機能や成長機能などを加えることにより商品として進化をしていった。しかし、残念ながら AIBO は 2006 年で販売終了となる。

2017 年 aibo 発表

2017 年 11 月 1 日に新しく aibo が発表された。今回のデザインは犬に似ており、よりペット型ロボットを主張したものであった。以下この新しい aibo は小文字で表現し、1999 年のものは AIBO と大文字で表現する。

AIBO と aibo 発売の 20 年の間に大きく進化した技術環境がある。1 つ目はインターネットと公衆無

線網の普及である。AIBO にも Wi-Fi は搭載されていたが、aibo には LTE+Wi-Fi が搭載されている。AIBO はプログラムの更新を Memory Stick とよぶ半導体メモリを交換することで行われたが、aibo は常時接続の無線を使って自動的に行われる。また aibo はスマートフォンアプリを介してユーザーに状況を伝え、目の色や鳴き声などを変更、さらに新しい行動を追加することも可能である。

2 つ目はコンピュータのリソースの進化である。最初の AIBO 発売から約 20 年の間に、CPU の Clock は約 10 倍で 4 コア、DSP など内蔵された高性能のアプリケーションプロセッサが利用可能となった。また、先のインターネットの発達と並行しクラウドの環境が大きく進化した。我々はこの組み込みとクラウドのコンピュータシステムを連携させることで大きな計算量が必要なシステムも実現することが可能となった。

次章ではさらに詳細に aibo に関して解説を続ける。

aibo の特徴

ハードウェア

aibo には外界および人とのインタラクションのために多くのセンサを装備している (図-2)。AIBO と比較した特徴としてまずイメージセンサ+魚眼レンズが鼻先の人や物体の認識用と背中中の SLAM (位置推定) の 2 カ所についていることが挙げられる。また鼻下には ToF センサ (距離画像センサ)、動体前方には人検出と測距センサを装備しており、障害物や壁、崖などに利用している。



■図-1 1997 年発表の AIBO の試作機 (左) と 1999 年の初代 AIBO (右)



これらのセンサに加え音に対する反応，タッチセンサ，姿勢制御などのためのセンサを備え柔軟なインタラクションを実現している。

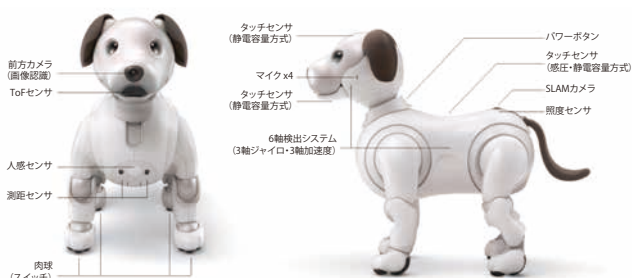
一方，表現力として22個のアクチュエータを装備している（図-3左上）。AIBOに比較してその自由度が多く，表現力が増している。モータはコアレスブラシレスで独自に設計されたものであり，AIBOのモータに比べて軽量かつ強トルクを実現している。関節の角度検出は磁気式の非接触であり，AIBOの接触型のポテンシオメータに比べて耐久性が高い。

AIBOではLEDにより目を表現していたが，aiboでは有機EL（OLED）を用いた目はその表現の自由度など愛らしさを増している（図-3右上）。

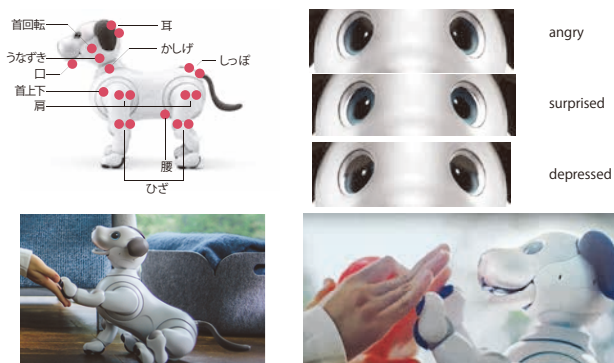
ソフトウェア

AIBOは独自のオブジェクト指向OSの上に，SWの部品化のためのプロトコルを用いたOPEN-Rを開発した。aiboでは，Sonyの組み込み機器に多く採用されている組み込み用のLinuxとOPEN-Rと同様の機能を持つ業界標準であるROSを採用している。

自律行動アーキテクチャとしては，AIBOと似た構成をとっている。AIBOでは状態遷移による自



■図-2 aiboのセンサ配置



■図-3 aiboのアクチュエータ配置（左上）とOLED（右上）さまざまな姿勢表現とインタラクション（下）

律行動のデザインを行っていた。aiboではその後QRIOという小型ヒューノイド用に開発したビヘイビアツリーと似た構成を採用している。

画像認識ではDeep Neural Networkを採用した。組み込み用に低FootPrintのマルチオブジェクト認識を実現している。

音声認識も最新の重み付き状態遷移トランスデューサ（WFST）を採用した。4つのマイクを利用したビームフォーミングと雑音処理によりこちらも低FootPrintで高性能な音声認識を実現している。

ユーザが褒めたり叱ったりすることによりそれぞれの反応がカスタマイズされる機能はAIBOでも実現されていたが，aiboでも実現されている。さらにaiboではクラウドにそれらのインタラクションを蓄積することが可能であり，万が一本体が故障したとしてもその特徴は引き継ぐことが可能である。また，クラウドでは集合知的な学習を行うことも可能であり，AIBOにはない成長を実現することが可能である。

今後

約20年を経過して最先端の技術を結集して世に送り出されたaibo。無線環境，コンピュータ性能，クラウドとの連携など20年前とは異なる環境となり，ユーザ利用履歴などから新しい機能の提供，第三者が参加可能な開発環境提供，コミュニティ形成などさまざまな可能性があり，今後も発展していくaiboに期待してほしい。

参考文献

- 1) Fujita, M. : AIBO : Toward the Era of Digital Creatures, The International Journal of Robotics Research, Saga Publications, Vol.20, No.10, pp,781-794 (2001).
(2018年5月14日受付)

藤田雅博 Masahiro.Fujita@sony.com

1981年ソニー（株）入社。1989年，University of California IrvineよりMSEE（修士）取得。現在ソニー（株）R&DPF，システム研究開発本部，VP，開発戦略部統括部長。エンタテインメントロボット初代AIBO, QRIO, 現aiboなどを手がける。

森永英一郎 Eiichiro.Morinaga@sony.com

1961年生まれ。1985年ソニー（株）。主幹技師。カーナビ，MD，デジタルカメラの開発を行ってきた。近年はAIロボティクスの開発を行っている。