

# 自動動作実現のための思考プロセスの言語化

## Express in words human motions for operation of the automatic machine

長谷川克也<sup>\*1\*2</sup>宇宙航空研究開発機構<sup>\*1</sup>

Japan Aerospace Exploration Agency

清水美穂<sup>\*2</sup>跡見順子<sup>\*2</sup>東京農工大学<sup>\*2</sup>

Tokyo University of Agriculture and Technology

跡見友章<sup>\*3</sup>廣瀬昇<sup>\*3</sup>田中和哉<sup>\*3</sup>帝京科学大学<sup>\*3</sup>

Teikyo University of Science

We have many automated machine everywhere that aimed labor savings, speed, and accuracy for modern life. The Automation makes highly consistent a lot of work in short time. It is a very important element in the type of economy that makes products in large quantities. Automatic machine works not only in the plant. The machine works by human side for our easy life. It helps our modern life. We have to express human movement for the automated machine by a word. But machine cannot understand human language. And we must translate from human word to machine word for an automated machine. This study was considered about a word for automatic control in human life.

### 1. はじめに

現代の生活は省力化、高速化、正確化を目的として、いたるところに機械が存在し自動化されている。作業の自動化は短時間での大量処理に整合性が高く、規格化された製品を大量に作るタイプの経済活動において非常に重要な要素になっている。また、自動化の恩恵は大量処理だけではなく、今まで人がやっていた動作を機械が代わりに行なうことや補助することで、個人生活にも深く浸透しており、コンピュータの発展とともに自動化が発達し、情報機器の小型軽量化、低価格化による影響で爆発的に普及した。

しかし、機械の自動化はコンピュータの発明とともに出現したものではない。自動で動作を行なう機械は古くからあり、電気モータ、センサー、コンピュータなど現代では計測制御システムの構成に必須の要素がまったくない江戸時代に機構動作だけで客人に茶運び、茶碗を受け取ると帰ってくる第1図に示されるような茶運び人形が製作された。現代では当然とされる、様々な技術が未発達の状態で作成された茶運び人形の例からわかるように、機械の自動制御は電気や情報機器を必須とするものではなく、伝統的な手法を用いるほかの方法でも実現できる。

基本的に機械の自動化は人間の作業の代わりに行なうために作られる事が多いため、その動作は人間の動作を言語化し、機械が理解可能な言語に翻訳して稼働させなければいけない。



第1図 茶運び人形

連絡先: 長谷川克也, 宇宙航空研究開発機構, 神奈川県相模原市中央区由野台3-1-1, hasegawa@keisoku.jaxa.jp

人間は当然人間の言葉で思考し表現していくが、機械の制御のための言語として技術社会では様々なプログラム言語が開発され実用化されている。しかし、機械制御に用いる言語はコンピュータ言語だけではなく、電気回路図、配線図、機械構造図、油圧回路図、数値制御、演算などすべての要素が自動化のための言語と考えられる。

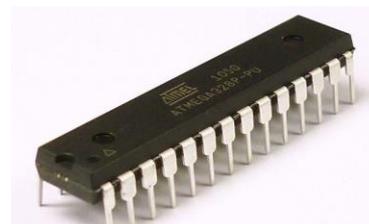
本研究では機械の自動動作を考えた場合に、人間の思考を言語化して記述し、機械が理解できる言語に変換して動作させるプロセスの機械の自動化に関する言語について考察した。

### 2. 制御技術の多様性

#### 2.1 自動化へ向けてコンピュータ世界の有利性

現代生活は様々なところで自動化が進み、高価な機械だけではなく玩具までコンピュータを搭載し様々な動作を行なっている。自動化には多くの条件判断が必要となり、複雑な動作や場合わけによる作業分岐などはコンピュータの得意な動作であるが、今日のように爆発的に普及した理由は、半導体製品が大量生産による低価格化が実現しやすい性質の製品であるということが大きい。また、機械部品は大量生産によるコスト低下は得られるものの、物理的な物質である以上は作成に必ず一定工数を必要とする。また、機械には製作精度があり、動作には必ず調整が必要で、前述の茶運び人形のようなすべてが機械式機構で実現するタイプの自動機は高度な調整が必要となる。しかし、コンピュータプログラム一度作成すれば後はコピーするだけで大量に同じものが作成でき、コピーしたプログラムは調整なしで同一動作する特徴を持つ。

今の生活に自動機械が普及したのは小型軽量のコンピュータが発達したおかげといえる。一般に炊飯器や洗濯機に入っているコンピュータは、第2図に示す50mm×20mm程度の、電子部品としかいえない大きさで形状で



第2図 ワンチップマイコン

ありながらメモリーを内蔵しプログラムの書き換え可能な 32 ビットコンピュータである。このような安価な部品にプログラムを書き込み、豊富な種類のセンサーと制御機器を外付けすることで簡単に制御を行なうことが可能となったため、自動制御が発達した。半導体製造技術の進歩と情報技術の進化は自動社会に大きな影響をもたらした主な原因である。

## 2.2 機械制御

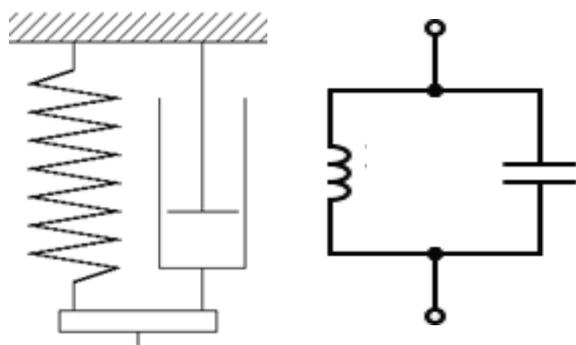
最近の機器はほとんどが電子制御により実現されているが、前述したからくり人形の例のように自動制御は情報技術だけ可以实现できるのではない。現在のようにワンチップマイコンが発達する以前は、機械部品や電気部品の組み合わせで様々な製品の自動化が実現されていた。このような機械や電気による制御の場合には言語化された動作アルゴリズムが見つけないのだが、機構図、設計図、電気回路図は動作プロトコルの実現のための言語の一種といえる。一般にコンピュータプログラムでは、プログラムされた命令を一行ずつ実行していく逐次処理であることが多く、人間の動作を言語化したものと親和性の高い動きになるのに対し、機械機構、電気回路では現象内のすべての動作が同時に起こり、動作に対し時間概念を持たないという特徴がある。設計図なども 1 枚の紙であるので時間概念を持たないため、動作に時間概念を取り入れ順次処理や逐次処理を行なうためには設計図に時間概念を組み込む必要がある。

機械や電気(コンピュータ制御ではない)で行なう方式の自動化においては設計図なども言語の一種であると考えられるが、人間の動作と異なったプロセスで思考が展開されるためコンピュータを制御するための言語異なったスキルの高度な知識と技術が必要となる。

## 3. 動作言語の例

第 3 図は単純な入力→出力回路で同じ動作を示すものである。どちらも上部から入力があり下へ出力を出すものであるが、(A)はダンパーとばねからなる機械機構で、(B)はコイルとコンデンサーからなる電気回路を示す。

ばね、ダンパー、コイル、コンデンサーはそれぞれ入力に対し時間概念を持つ部品であり、ばねとコンデンサーは低速の現象に対して大きな抵抗を示し、高速の現象に対して抵抗が少ない積分動作、ダンパーとコンデンサーは逆の微分動作を示す。



(A) 機械回路

(B) 電気回路

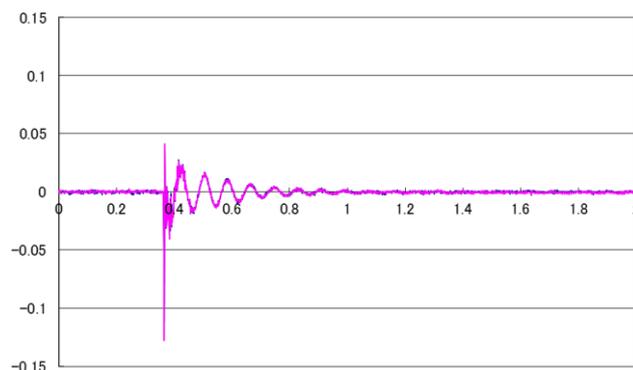
第 3 図 時特性動作制御機構

このような機構は振動を制御するようなどころに多く使われるが、構成要素の特性を合わせると機械動作でも電気現象でも、

同じ波形のインプットを与えることで同じ波形のアウトプットを得ることが可能となる。

また、デジタル信号処理が発達した現在では、数値フィルターを用いることで同様の信号処理が可能になっている。

実際のインパルス信号処理波形を第 4 図に示す。横軸に経過時間、縦軸に信号郷土をあらわすが、このような振動現象の減衰には第 3 図に示されるような言語を用い処理を行なう。実際にこのようなインパルス振動を抑制する場面に当たった場合は、事例に挙げた機械、電気、情報、数学の各分野でもっとも有利な方法を用いて解決する事になる。そのためには同じ現象への対応のために、それぞれ製図、電気回路図、プログラムコード、数式と同じ結果を得るための動作にそれぞれのまったく違う言語で動作が記述される。



第 4 図 衝撃減衰信号

## 4. まとめ

現代生活には機械の存在は欠かせず、生活は機械の自動化によってさらに便利に安全に、簡単に変化していく。

科学の進歩により自動化技術が発展してきたが、これからの自動化はただ楽をするのではなく、より人にやさしい考えられた自動化が必須になると思われる。この研究では人にやさしい機械の自動化に必要なものは、人間の動作の言語化であると考えた。機械はその専門領域においてそれぞれの言語で動作するのだが、その動作を決定付けるものは人間の意志であり、思考のプロセスが鍵となる。

現代の工学技術では動作の自動化を実現するには、情報技術が優位であるのは事実であるが、からくり人形のような電気もコンピュータも一切使わない自動機械も存在することを考えた時に、手法は何をとってもよいといえる。これからの自動化は人に楽をさせて甘やかす自動化ではなく、人が健康に生きるための自動化が重要になる。人にやさしい自動化の背景には、人の動作を解析し思考のプロセスを言語化することが必須であると考えられる。

## 参考文献

- 久米洋平、河上日出夫：自立した生活を支援するロボテックベッドの制御技術、Panasonic Technical Journal Vol.56,2010
- 和田隆弘：熟練ドライバの運転行動解析に基づく原則支援制御手法、デンスーテクニカルビュー、2010
- 長谷川克也ほか 4 名：制御の自動化と身体制御の言語化知識、人工知能学会全国大会論文集、2014
- 長谷川克也ほか 5 名：歩行時の力学的重心位置の計測による未病へのアプローチ：日本未病システム学会学術総会抄録集、2014.