

Analog Intelligence: 次世代の AI

Analog Intelligence: Next Generation AI

福田 収一*

Shuichi Fukuda

1 はじめに

社会は時代とともに変化してゆく。現在は、産業革命以来、モノ (Product) の生産を基本とする産業社会である。しかし、産業社会も終末が近づき、少子高齢化による労働生産人口の急激な減少、過大なエネルギー消費など多くの問題が生じてきた。したがって、次の社会をデザインし、開発する段階となってきた。

本講演では、これからは物的欲求を満足する時代から、精神的な満足を求める時代に変化し、最終的に自己実現 (Self-Actualization) の時代となるとの Maslow の指摘を基本に、「自己実現欲求」を満足させるにはどのような問題があるかを議論し、「自己 (Self)」を基本とする社会を実現するための方法を提案する。

2 人間の欲求

人間の特徴は将来を考えることができることである。端的に言えば、夢を見、その夢の実現を図ろうと挑戦するのが人間である。

Maslow は人間の欲求を整理し、最初の段階では、人間も動物と同様に、食料、住処など物的欲求を追求するが、人間は次第に精神的欲求が強くなり、最終的に「自己実現 (Self-Actualization)」を目指すことを明らかにした¹⁾。

また、彼から約 40 年後に、Deci と Ryan が Self-Determination Theory を提唱し、人間は自分がしたいことを自分の意思で実行した時に、最高の満足感、達成感を得ること、そして外部報酬ではそれを得ることができないことを明らかにしている。また彼らは、それが人間の成長に重要な役割を果たすことも指摘している²⁾。

3 ソフト化する時代

これまでは、モノ (Product) はハードウェアとよばれたようにハードで、眼で見るだけでそれがどのような Product であり、どのように対応すればよいか即判断できた。しかし、現在は、材料工学の発展により、Product のソフト化が急激に進み、実際にそれに触れてみないと判断ができない。そのため、例えば、摘まもうとしても摘まめなければ、掬うというように対応を変える必要がある。

生物は英語で Creature と呼ばれる。それは Create Movement to Survive から来ている。すなわち「動き」は生命にとって不可欠なのである。

† 慶應義塾大学 システムデザインマネジメント研究所
Keio University, System Design and Management Research Institute

人間の動きは身体外部の動き Motion と、身体内部の動き Motor に 2 分されている。身体内部の動きは筋肉等の動きである。

Bernstein は Motion の挙動を明らかにした³⁾。最初の段階では軌跡は大きくばらつくが、対象物に近づくと筋肉が硬化し、骨格系と一体化して筋骨格系として動く。したがって、この段階では動きを数式的に処理でき制御できる。そのため、これまでの社会では制御 (Control) が基本であった。

それでは最初の段階でなぜ大きくばらつくのであろうか？それは外部の環境、状況が変化するので、それに対応するためである。すなわち、この段階では Coordination が重要であり、身体のあらゆる部品を使い、バランスをとり場の変化に対応しているのである。すなわち、激変する現代は Control の時代ではなく、Coordination の時代となった。

しかしながら、身体は Analog である。筋肉の動きを明らかにするためには現在の AI では対応できない。現在の AI は Big Data の処理ができるだけであり、それもコンピュータのハードウェアの発達により可能となった。しかし、情報の量の増大は急激であり、これまでの情報処理では量の処理が重要であったために現 AI が有効な役割を果たしている。しかし、それらのデータは Digital である。筋肉などの Motor の動きを追求するためには Analog 処理が重要となる。

別の表現をすれば、これまでの情報処理は離散数学の世界であり、グラフ理論、ネットワーク理論を活用して問題解決を図ってきた。そしてデータセットは正規直交性、間隔尺度を基本としていた。すなわち、ユークリッド空間アプローチである。しかし、現在の情報処理では、データの量よりも、情報が急速に多様化していることが問題である。

脳科学が注目を集めているが、脳は基本的に身体からの情報を整理し、収集し構造化した知識をデジタル処理する。

それではアナログ情報はどこが処理するかと言えば、それが「心」、すなわち「心臓」である。人間は脳が活動を中止しても「死」にはならない。心臓が停止し、血液の流れが止まって初めて本当の「死」となる。心臓が動いている間は血が流れているので、移植が可能となる。

さて、心臓、血は別の意味でも重要性を増している。「血沸き肉躍る」という言葉があるように、これらのアナログ情報は実は「感情 (Emotion)」と深く関係している。そして Emotion という言葉は、Motivation と同じラテン語の Movere (動き) を語源している。筋骨格系を基本とする、これまでの動きの研究はこうした感情への配慮

はほとんど行われていない。また行われていても、総合的ではなく、意思決定のために活用できない。

4. 本能の活用

私たちの日常生活の環境、状況は絶えず変化している。そうした状況に和宅たちは対応し、楽しく人生を送っている。それは本能を活用しているからである。

Piaget は 2 歳までの赤ん坊は本能を最大活用して外部世界をどのように認識し、対応すべきかを独学独習し、歩き、喋るようになることを指摘している⁴⁾。

タコも同様である。タコは 8 本の足で外部世界の状況を理解し対応している。タコの脳力は犬程度であるが、タコはどのような状況からでも脱出し、「逃亡の名人」と呼ばれている。驚くべきことにタコはネジ付きの容器からでも脱出する。このようにタコは身体感覚が優れているので、鏡を見て、そこに映っているのが自分であることを認識する。鏡像自己認知ができる無脊椎動物はタコだけであり、脊椎動物でも人間と高級な猿しか自己認知ができない。

5. パターンの重要性

筆者達は 20 年ぐらい前に顔表情からの感情抽出の研究を行っていた。さまざまなイメージ処理方法を適用して検討したが、時間が非常にかかるだけでなく、結果も満足ゆくものでなかった。こうした挑戦を行っている最中、福田が突然マンガを見ていると登場人物の感情が即座に分かることに気がついた。当時は白黒の 4 コママンガが大部分であったが、マンガの顔モデルと人間を対比する方法を導入することにより、即座に顔表情から感情が抽出できた⁵⁾。

そしてこの研究でいかにパターンが重要か、そして時間領域情報を周波数領域情報へと変換するフーリエ変換の重要性を実感した。

6. Mahalanobis Distance–Pattern (MDP) 法

以上のように、これまでの情報処理は量との勝負であり、いかに効率的に、定量的、客観的に処理できるかという戦術が問題であった。しかし、人間の欲求は最終的に「自己実現」にある。すなわち、それぞれ異なる「個 (Self)」が何を求め、それをどのように実現してゆくかという総合的判断、戦略が問題となってきた。それには身体感覚が重要な役割を果たす。そして、それはアナログ情報であり、無限世界を対象とする連続数学の世界となる。

実験計画法の研究者 Mahalanobis は実験計画のためのデータセットの質を向上させるために「外れ値」に対処する「マハラノビスの距離 (MD)」を開発した⁶⁾。MD は順序尺度であるから、戦略で重要な順序付けを可能とする。

戦略的対応がこれから重要となることを指摘し、本能がアナログ情報の処理、戦略的対応に非常に役立つことを指摘したが、それはデータが多種、多様となってきたからであり、試行錯誤が不可欠となる。しかし、適切な支援ツ

ルがなければ、闇雲に試行することになり、適切な対応ができない。

そこで本能を支援するツールとして MDP 法を開発した。水泳を例にその方法を説明する。水泳ではまわりの水は絶えず変化しており、数学的処理が容易ではない。これは外部世界が絶えず変化している状況と同じである。しかし、泳者の身体のあちこちにウェアブルセンサーをつけると、図 1 の右に示すようなデータシートが得られる。各行はそれぞれの位置の筋肉に対応している。この図から、時刻 T1 と T2 の間の筋肉の動き ΔM を、その時間差 ΔT で割れば、それぞれの筋肉の平均的な速度 ΔV が $\Delta V = \Delta M / \Delta T$ として得られる。それをさらに ΔT で割れば加速度が得られる。

そこで、水泳の上手な人の動画と対比する。その差の MD が小さければその筋肉の使い方は適切であり、MD が大きいようであれば、MD を小さくするように動きを変えてゆく。こうして自学自習により、自分なりに泳げるようになる。

ここでは水泳を例に説明したが、「MDP 法」はビジネス、スポーツなど多くの応用分野での戦略的対応に非常に役立つ。

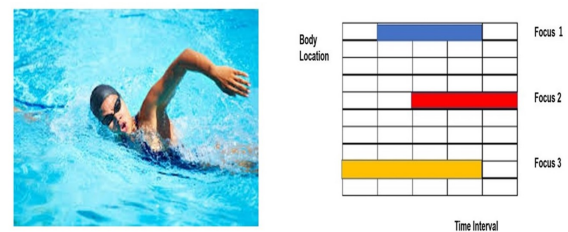


図 1 Mahalanobis Distance-Pattern (MDP) 法

参考文献

- 1 Maslow, A. H., "A Theory of Human Motivation", Psychological Review, Vol.50, No.4. pp.370-396 (1943).
- 2 Deci, E. L., Ryan, R. M., "Intrinsic Motivation and Self-Determination in Human Behavior", Berlin, Springer Science and Business Media (1985).
- 3 Bernstein, N. A., "The Co-ordination and Regulation of Movements", Oxford, Pergamon Press (1967).
- 4 Piaget, J., <https://www.simplypsychology.org/piaget.html>
- 5 Kostov, V., Fukuda, S., Johnsson, M., "Method for Simple Extraction of Paralinguistic Features in Human Face", Image and Visual Computing, the Journal of the Institute of Image Electronics Engineers of Japan, Vol.30, No.2, pp.111-125 (2001).
- 6 https://en.wikipedia.org/wiki/Mahalanobis_distance