本サービスにおける著作権および一切の権利はアイティメディア株式会社またはその情報提供者に帰属します。また、本サービスの出力結果を無断で複写・複製・転載・転用・頒布等をすることは、法律で認められた場合を除き禁じます。

Over the AI — AIの向こう側に (7):

抹殺する人工知能 ~ 生存競争と自然淘汰で、最適 解にたどりつく

http://eetimes.jp/ee/articles/1701/31/news031.html

"人工知能技術"の1つに、生物の進化のプロセスを用いて最適解へと導く「遺伝的アルゴリズム(Genetic Algorithm: GA)」があります。25年ほど前に私が狂ったようにのめり込んだ技術なのですが、世界的にもファンがたくさんいるようです。そして、このGAこそが、私たちがイメージする"人工知能"に最も近いものではないかと思うのです。

2017年01月31日 11時30分 更新





今、ちまたをにぎわせているAI(人工知能)。しかしAIは、特に新しい話題ではなく、何十年も前から隆盛と衰退を繰り返してきたテーマなのです。にもかかわらず、その実態は曖昧なまま……。本連載では、AIの栄枯盛衰を見てきた著者が、AIについてたっぷりと検証していきます。果たして"AIの彼方(かなた)"には、中堅主任研究員が夢見るような"知能"があるのでしょうかーー。⇒連載バックナンバー

コンセプトは「ツンデレ」です

本連載の第5回「<u>沈黙する人工知能 ~なぜAIは米大統領選の予測に使われなかったの</u> <u>か</u>を読んでくださった、シリコンバレーでITアナリストをされている米国在住の方から、講演のご 依頼をいただき、お引き受けするとになりました。

私もこれまで何回か講演のご依頼をいただきましたが、今回、ご提示いただいた講演題目はすごいです。

「AIブームの終焉 -End of the Boom-」

思わず、終末論を語るカルト教団の教祖の集会か、と思ってしまいそうな題目*)です。

*) CSAJの方は、『江端のツボを付いた、粋な計らいをするなあ』と感心しました。

もちろん、この講演では、そのような話(終末論)を展開する予定はありません。この連載コラムの内容と、このコラムの最終回の「落とし所」のネタバレになるような内容になる予定です。ご興味のある方は、ご聴講いただければ幸いです。

それにしても、『Over the AI —— AIの向こう側に』にしても、『AIブームの終焉 -End of the Boom-』にしてもそうなのですが、どうも、私は、一定の人から「江端は、人工知能(AI)を完全に否定しようとしている」と思われているようです*)。まあ、そりゃ仕方ないよな一、とも思います。

*) 昔から、私の連載コラムを読んでいる方には、そのようには思われていないようですが。

私のこの連載に込めている思いを理解していただくためには、<u>この連載の全てのコラム</u>を精 読していただき、そこから、私の内なる声に耳を傾けていただく必要があります。しかし、そんな 面倒くさいことをする人がいるとも思えませんので、今回、講演用にコンセプトイラストを作成し ました。

私のこの連載コラム(と講演)のコンセプトは、ツンデレです。



もし、あなたが、誰かから、江端のこの連載の概要を求められた時(「そんな時が来るのか」 というツッコミはさておき)、このイラストを、その方にご提示ください。

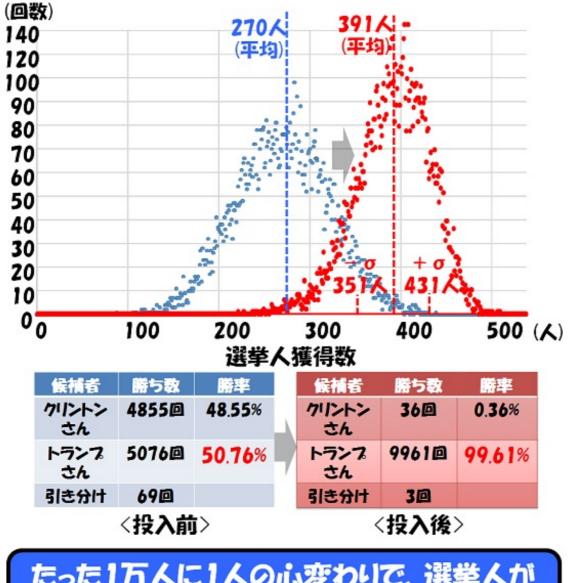
大統領選予測のシミュレーションが0秒に

さて、<u>前々回、前回</u>と、合衆国大統領選挙について、その不可解な選挙制度や、それに伴う問題点、そして利点(仮説)を展開して、AIによる選挙の予測の難しさを説明してきました。

簡単に言うと、(1)合衆国大統領選挙の「投票人制度」は、直感に反する選挙人数を弾き出し、(2)投票比率のわずかな変化に対して、選挙人数が劇的に変化する、というものです。

第5回のシミュレーション結果(再掲)

「10000人に1人だけ」、トランプさんに投票したいという 意思のある人を投入してみたら、 こうなった



たった1万人に1人の心変わりで、選挙人が121人増え、勝率は99%以上に跳ね上がる

上記の結果を得るために、私は自宅のPCで乱数シミュレーションを実施しました。1回連続14時間、総合計200時間くらい、連続でPCを動かし続けました。

ところが、私のコラムを読んで頂いたデータエンジニアのgauraさんが、超高速のシミュレーション方式を案出され、この14時間を59秒にまで短縮(0.2%以下)することに成功したのです(時をかける人工知能~たった1つの数値で結果から原因に遡る)。

さらに、前回の連載で、私は「乱数を全く使わない定式化」の可能性に言及していましたが 一一 すっかり忘れていました。『正直、無理だろうな』と思っていました。

ですから先日、gauraさんから「大統領選の理論解が分かった」というメールを受けたときは、PCの前で「は?」と声を出してしまうほどだったのです。

送付していただいた<u>ページ</u>の内容を読んでいくうちに、私は、自分の顔色が、みるみる青ざめていくのを感じました。

そこには、「投票率」と「各州の人口と選挙人数」の値だけがあれば、確定的に論理解が導き出せることが記載されていたのです。

ぶっちゃけて言えば、江端の200時間分のシミュレーションを0秒*⁾で終了できる、ということです。

*)"0秒"とは、0.000001秒という「短い時間」という意味ではなく、シミュレーションの計算をする必要が全くない、ということです。

―― あー! そっかーーー! 線形に展開できるのかぁ!!

このページを印刷したものに赤ペンで書き込みを入れていた私は、ペンを持つ手が震え、その数式の美しさに卒倒しそうになりました。

この段階で、私は、読者の皆さんが、gauraさんのこのページの数式を真面目に読む気がないことは分っています(そもそも、この連載は「数式使わない」が約束でしたしね)が、私としては、あなたの『胸ぐらをつかみ』『ちょっと、校舎裏にツラ貸せや』のノリであったとしても、この論理解を理解していただきたいと思うので、無理やり、解説を強行します(1ページ、いえ2ページほど付き合ってください)。

大統領選予測、ついに定式化に成功

まず、米国の1つの州における、得票投票率50%のクリントンさん*)と民主党の選挙人の平均値(平均人数)と分散は、以下のようになります。ここでは、選挙人数3人のアラスカ州を例にしてみましょう*)。

*) なぜ「トランプさん」ではなく、「クリントンさん」としているかというと、特に理由はありません。

gauraさんの定式化(と江端解説)(1)

(0)アラスカ州(選挙人 (1)アラスカ州の人口698473人と、選挙 数3人)で考えよう 人3人から、クリントンさんへの単一項の二

まず各選挙区iについての平均と分散は項分布確率 Pi=B(698473.3) = 0.500

民主党支持の選挙人の平均 →E[X_i] = (1 - p)0 = (22)

(上記の)分散 $\rightarrow V[X_i] = p(x_i - E[X_i])^2 + (1-p)(0-E[X_i]) = p(1-p)x_i^2$

(2)ここで、pi=0.5(50%)で、Xi=3人だから 民主党の選挙人は平均1.5人となる(実際は 3人か0人のどっちかになるけど)

(3)アンダーラインを、具体的な数字で記載すると、こうなる

 $0.5 \times (3 - 1.5)^{2} + (0 - 1.5)^{2} = 0.5 \times (1 - 0.5) \times 3^{2}$

これで、アラスカ州の平均と分散の算出完了

実際は、各州の選挙人は総取りなので、「3人」か「0人」のどちらかになるのですが、ここでは、各州の確率と分散の値を求めることが目的なのです。

さて、これを全米に展開するにはどうしたら良いかというと、これが、びっくり仰天なのですが、 上記の各州の人口と選挙人数から、単一項の二項分布確率を求めて(「エクセル」の標準関 数BINOM.DIST()を使えば十分)、平均と分散を足し算をすれば足りるのです*)。

*) 平均の加法性は直感的に理解できると思いますが、分散の加法性がなかなか頭に入ってこない方は(私も入ってこなかった)、こちらに良い解説があります。

gauraさんの定式化(と江端解説)(2)

各州の結果を全米の結果として拡張する定式

> 全米の民主党支持の 選挙人の平均数 $ightharpoonup E[X] = \sum E[X_i] = \sum (px_i)$

(上記の)分散 $ightharpoonup V[X] = \sum V[X_i] = \sum p(1-p)x_i^2$

となります。

gauraさんと江端のシミュレーションの両方で、「平均」「分散」、共にドンピシャ

この計算結果は、江端の「力任せシミュレーション(14時間)」と、gauraさんの「二項分布を利用した超高速化シミュレーション(59秒)」の数値結果の両方とドンピシャとなり、シミュレーションと定式化(論理解)の正しさを相互に証明していることになると思います*)。

*)この内容を読んだ後で、「そんなことは、最初から気がついていたさ」などと言い出す(不愉快な)奴が出てくるハズです。そのような人は、この連載の掲載前に、この「合衆国選挙の選挙人制度の問題(分散と感度)」を提起してたことと、この「論理解」を示していたことの両方の証拠を沿えて、その旨を主張してください。

正規分布についてはどうするのか

しかし、この段階では、選挙人の平均人数とその分散(標準偏差)が求まっているだけで、それが正規分布しているかどうかは分かりません。私は、この「合衆国選挙」の分散と感度だけに意識が向いており、正規分布に収束するかどうかについての検討を、すっかり忘れていました —— というのはウソで、正規分布に収束するものと勝手に決めつけていました。

シミュレーションの結果から、「どう見たって、これ、正規分布だろう?」と思えても、これが数学的に証明されなければ、正規分布として取り扱って出てきた結果(例えば、人工知能技術による推論結果など)には、常に不安がつきまとうことになります。

逆に、「合衆国選挙」の選挙人の数が、正規分布に収束することが確定すれば、人工知能など登場させるまでもなく、一般的な統計解析手法で —— 実際のところは、選挙の直前までに各州の精度の高い投票率(電話アンケートとか、街頭アンケートとか、インターネットのサイトとか)だけで —— 超高精度の選挙予測が可能となるはずです*)。

*)と言いつつも、投立する2人の立候補者の支持率が拮抗している時には、分散が極大となるので、相変わらず、当落判定が難しいことには変わりはないのですが。

今回gauraさんは、リアプノフの中心極限定理を使って、「これ」を証明されました。

Gauraさんの定式化(と江端解説)(3)

リアプノフの中心極限定理で、正規分布への弱収束を証明

■gauraさんの記載

Lyapunovの中心極限定理

 X_1, X_2, \cdots が独立に母平均 μ_i 母分散 σ_i^2 に従っているものとする。 ここである $\delta > 0$ が存在して、 $s_n^2 := \sum \sigma_i^2$ としたとぎ

$$\lim_{n \to \infty} ((1/s_n)^{2+\delta} \sum E[|X_i - \mu_i|^{2+\delta}]) = 0$$

が成り立つならば、 $(1/s_n)\sum (X_i-\mu_i)$ は N(0,1) に法則収束する。 この定理を用いると、以下のように、この問題の設定について法則収束先を明らかに出来ます。

■江端の解釈

- (1)米国の各州は、となりの州の顔色を伺うことなくケリントンさんを確率 $X_{(H)}$ で選ぶものとする。この時、全米の平均確率は $\mu_{(全米)}$ 、分散は $\sigma^2_{(全米)}$ になるものとする。
- (2)この時、全米の平均

(X_(アラスカ州) + X_(アラバマ州) + ・・+ X _(DC特別区))

答え:

全米の州の数が大きければ(30以上)の場合

(X_(全米) - μ_(全米))が従う分布は

平均=0、分散 = (σ² (全米) / 全米全州の数)の正規分布に近づく

「正規分布として扱って0.K」ということ

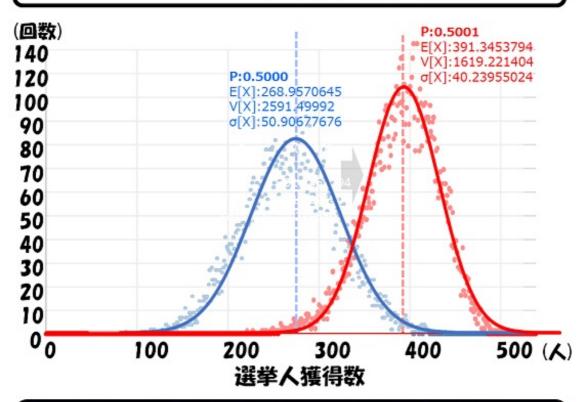
これによって、第5回の「沈黙する人工知能~なぜAIは米大統領選の予測に使われなかったのか」の結論は、以下のように修正されることになります。

(修正前)対象として理論上で捉えることが難しい

(修正後)対象として理論上で捉えることが可能である

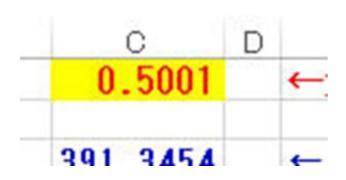
以下に、シミュレーション結果と定式化による計算値の両方を図示したものを記載します。





シミュレーションと定式化の両方の正しさを 相互に立証

<u>こちら</u>に、gauraさんからご提供いただいたエクセルシートに江端がグラフを追加したものを 置いておきます。



この黄色のセルの値(投票率)を変えるとすると、選挙の当選勝率が変わりますので、遊んでみてください(「200時間→0秒」に感激しているのは、私だけかもしれませんが)。

しかし、このような定式化がで きても、なお、正確な投票率を選

挙前に知ることが難しいことと、やはり、p=0.5の時の感度(分散)が極大になることは、そのままですので、大統領選に対する当落予測が難しいことに変わりはないのです。

しかし、考えうる最高精度の正確無比な投票数が、事前に判明するのであれば、人工知能技

術なんか不要なのです。本当に、PCとエクセルとgauraさんの論理式があれば、十分なのです。

あれ? でも……。「考えうる最高精度の正確無比な投票数」って —— それって、「投票を締め切った後の投票結果そのもの」ですよね。当落予測って、何のためにするんだったっけ? —— という感じで、私は今、ゲシュタルト崩壊の真っただ中にいます。

大統領選の選挙制度、なぜ変えられない?

さて話は変わりまして、前回は、「合衆国大統領選挙制度の優れた点」について、読者の皆さんからいただいたご意見を紹介しました。私が、第5回で指摘したこの選挙の欠点がありながら(歴史的経緯があるとはいえ)、米国民がこの選挙制度の修正を試みようとしないのは、もっと深い合理的な理由があるはず —— と考えたからです。

ところが、この度、前述の、シリコンバレーでITアナリストをされている方から、かなり面白い意見をいただきましたので、ご紹介したいと思います。ひと言で言えば「江端は難しく考え過ぎだ」ということになります。

「米国民がこの選挙制度の修正を試みようとしないのは、合衆国大統領選挙の制度を変更することは、事実上不可能だからである」

なぜなら、選挙制度を改正するためには、米国憲法を改正しなければならないからです。

まず、米国の憲法改正の手続の概要を以下に示します。

合衆国大統領選の制度が変更されない理由

合衆国憲法を改正しなければならないから(第5章)

手順	条件(第5章の記載事項)	
(Step.1)	(1)米国両院の3分の2が必要と 認めた or (2)3分の2の州の立法部(その州 の「国会」のようなもの)が請求 した →ここで、始めてスタートする	
(Step.2)	(1)4分の3の州の立法部で承認or(2)4分の3の州における憲法会議(*)で承認→ここで、憲法が修正が完了	「州の数」で カウント (×州の人口)

(*) 立法部の申請により、修正発議を目的とする会議とのこと、これまで一度も使われたことはない

憲法改正(修正)自体は何回もやっている

調べてみたところ、米国憲法の制度設計の思想として、憲法を容易に変えられないような作りにしているようです。そもそも、あそこは「50もの国が合衆した国」ですから、憲法がホイホイと変えられるようではマズいのでしょう。

前回も述べましたが、この大統領選挙(の選挙人制度)を変えるメリットのある州は、州の人口が多い州です(カリフォルニア州とか、テキサス州など)。直接選挙制度にすれば、人口が多い州の意見ばかりが採用されることになり、人口が少ない州の意見が無視される、または軽んじられることは確実です。

とすれば、当然に、人口の少ない州は、大統領選挙の改正(直接選挙への変更)を妨害する 方向に動くはずです。

加えて、合衆国の憲法改正は、各州からなる「議員の数」でも「選挙人の数」でもなくて、「州の数」で決定されるという、これまた「(有権者の数による)多数決の原理を完全に無視する」という仕組みが出来上がっているのです*)。

*) 見方によっては、合衆国には「数の暴力」を排除するという、気高い理念がある、ともいえます。

そこで、(面倒くさかったのですが)今回、各州の大統領選挙の選挙人の数を調べてみました

各州ごとの選挙人の数

66%の州の支持を得ないと、憲法改正をスタートできず 75%の州の支持を得ないと、ゴールできない

選挙人数	州	合計(比率)
~9人	ワイオミング(3)、ワシントンD.C.(3)、ノースダコタ(3)、 バーモント(3)、デラウェア(3)、モンタナ(3)、アラスカ (3)、サウスダコタ(3)、メイン(4)、ロードアイランド (4)、アイダホ(4)、ハワイ(4)、ニューハンプシャー(4)、 ネブラスカ(5)、ウェストバージニア(ニューメキシコ(5)、 カンザス(6)、ミシシッピ(6)、ユタ(6)、アイオワ(6)、 アーカンソー(6)、ネバダ(6)、コネチカット(7)、オレゴ ン(7)、オクラホマ(7)、ケンタッキー(8)、ルイジアナ (8)、アラバマ(9)、コロラド(9)	29州 (58%) 選挙人制度を
10~19人	ミネソタ(10)、メリーランド(10)、ミズーリ(10)、ウィスコンシン(10)、テネシー(11)、アリゾナ(11)、インディアナ(11)、マサチューセッツ(11)、ワシントン(12)、バージニア(13)、ニュージャージー(14)、ノースカロライナ(15)、ジョージア(16)、ミシガン(16)、オハイオ(18)	15州 (30%)
20~29人	ベンシルベニア(20)、イリノイ(20)、ニューヨーク(29)、 フロリダ(29)	4州(8%) ?
30人~	テキサス(38)、カリフォル二ア(55)	2州(4%)

大統領選挙に関する改正は、絶望的に困難

一一うん、これは無理だな。

完全にデッドロックしています。選挙人の少ない州の数が多すぎて、憲法改正のスタートすら切るメド(66%の州の賛同)がつきません。百歩譲ってスタートが切れたとしても、もっとハードルの高いゴール(75%の州の賛同)が立ちふさがります。

前々回、前回といろいろ検討してきましたが、合理性とか理念とか理想がどうのこうの言う前に、そもそも、この選挙制度を変える途が閉ざされているのです。

大きな政変でもない限り(テキサス州とカリフォルニア州が、合衆国離脱の独立戦争を始めるとか)、米国は、この大統領選挙制度をこのまま続けていくことになるのでしょう。

とはいえ、米国の憲法は、これまで何度も改正(というか追加修正)されています。

一方、日本では戦後憲法において、まだ憲法改正されたことはありません。もっとも、戦後憲法の制定直後から、憲法改正の動きはありますし、最近は改正への意識も高まっているようですが、この問題に対しては、わが国の国民は慎重な態度を取っています(と、私は思っています)

c

日本の憲法改正の手続の概要

手順	条件(第5章の記載事項)	
(Step.1)	衆議院、参議院の各院の3 分の2以上の賛成 →ここでスタートする	現在、自民は(衆、 参)=(61.3%,50.4 %)→単独では無理
(Step.2)	18歳以上の国民の投票の 過半数の賛成 →ここで憲法改正の成否 が確定	有効投票数の半分を <u>超えた</u> 場合 →投票しない奴なん ぞ「知ったことか」
(Step.3)	天皇が国民の名で改正を 公布	単なる手続き

- ■投票運動できない人がいる 選挙関係の職員、裁判官、検察官、公安委員会委員、警察官、公務員、教育者
- ■選挙運動のCMも制限される 選挙日14日前から禁止
- ■それ以外は、原則、0.K. 公職選挙法第129条の規定のような運動期間に関する制限なし

日本は、憲法改正の経験なし

憲法改正に関する米国との決定的な違いがあるとすれば、「国民による直接投票」かもしれません。

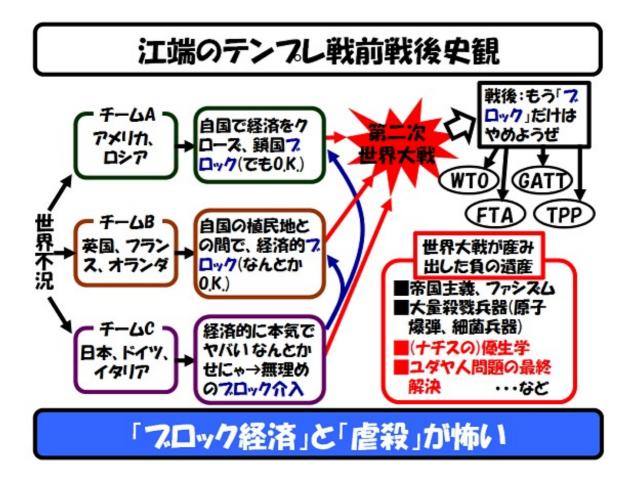
しかし、米国国民は、4年に1度、「国民直接投票(の風を装いながら、実は間接投票[選挙人制度])による最高権力者の選定」をやっていますので、このあたりのノリは結構軽い(抵抗感が少ない)かもしれません。

二次大戦前の世界が再来している気がする

さて、なにはともあれ、この度「アメリカの利益を最優先に考える」と主張するトランプさんが 大統領に就任しました。

その国の首長が「自分の属するグループの利益を最優先に考える」というのは、当たり前の話で、当然の主張であるとも言えます。

しかし、最近のヨーロッパでのEU離脱の動き、そして今回のトランプさんの基本政策案など見ていると、なんとなく第二次世界大戦前の「保護貿易」「ブロック経済」が再来してきているように思えてなりません。



「ブロック経済」でやっていける国(米国などの大国)は、それでもいいんですが、わが国は、その政策は取れません。ぶっちゃけ、わが国には、国民生活を自力で支えるだけの、食料も資材も資源もないからです*)。

*)しかし、私たちが「鎖国」まで視野に入れればできない話ではないと思います(新連載への伏線?)

世界不況→ブロック経済→国家間の利権(利害)対立→ファシズムの台頭→戦争→大量殺りく兵器、虐殺……と、私は2秒もあれば、上記のこの「テンプレ(テンプレート)戦前戦後史観」を、描けてしまいます。

過去の2回の世界大戦で、人類は、『戦争を回避するためには、どの国も最低限でも、「食える状態」にだけはしておかねばならない。たった1つの国でもヤケクソにさせたら終わりだ』という学びを得ました。

そして、その具体的な施策として、『不況になっても「ブロック」だけは絶対にやめようぜ』という国際的な合意に至り、WTO、GATT、FTA、(多分TPPも)が誕生するきっかけになりました(参考記事「かつて日本にもあった?外国技術を"マネ"するという国家戦略」)

それともう1つ。

国家が、特定の人間を合法的に殺りくする世界の再来が、私は死ぬほど怖いのです。

私の考え方が、国家権力などによって「危険」であると認定され(あるいは、江端は「劣生人種」であるという認定によって)、私自身が殺されるのは仕方がないとしても ―― いや、よくはないけど ―― 私の子どもたちが私と同様に「優生ではない」(「劣勢である」)と認定されて殺されるような世界の再来だけは、カンベンしてほしいのです。

今回、私は、「優生思想」に関する本^{*)}を、図書館から借りまくって読んでいたのですが、―― 久々に、すさまじい鬱(うつ)になりました。

*) 例えば、「優生学と人間社会」(米本 昌平他、講談社現代文庫 2000年)

社会全体の幸福のために、人間を「優生なものと」と「そうでないもの」に分けて、「そうでないもの」を抹殺する、または誕生させないようにするという国家の福祉政策が、わが国はもちるん、ほとんどの国で実施されていて、そして現在も実施されているという事実に、打ちのめされました。

私が最も打ちのめされたのは、もし私が為政者から「お前が、この福祉政策を"非"であるというなら、具体的かつ論理的に論証してみろ」といわれたら、当時の医学や生命科学の水準に関係なく、「私には、論駁(ろんばく)することができなかっただろう」と思えてしまったことです。

幸いなことに、今まで、私は「殺す側」にも「殺される側」にもなることなく生き存えることができました。なんとかこのまま、残りの人生を、逃げ切りたいのです。

もし逃げ切れない自体になった場合、私は、国家権力サイド側について、せっせと人間を選別し、抹殺する作業に加担する方向に動くような気がするのです

一一いや、絶対にそうだ。私はそういう奴だ。私は「殺す側」に立つ人間だ。

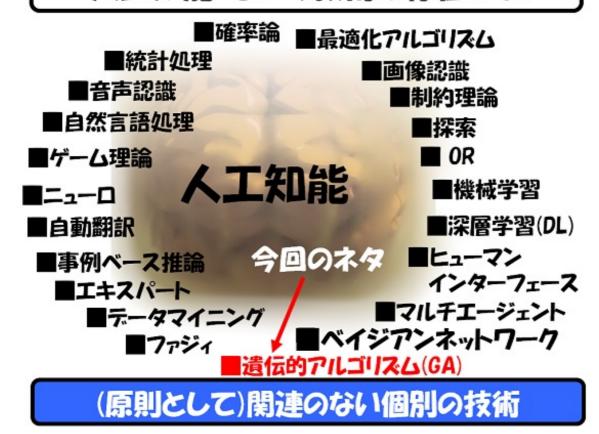
なぜ私が、自分自身が「殺す側」に立つことができる人間と思えてしまったのかは、今から25年前に、私が狂ったようにのめり込んでいた、"人工知能技術"の1つ「遺伝的アルゴリズム(Genetic Algorithm)」と深い関係があります。

花見と利己的遺伝子

それでは、今回の後半は、生物の進化のプロセスを、最適解探索に用いる手法である、「遺伝的アルゴリズム(Genetic Algorithm、以下GA)」について説明致します。

そしていつも通り、このGAが"人工知能"なのかどうかについては、今回も『<u>江端AIドクトリ</u>ン』に基づいて私が勝手に判定しました。

"人工知能"という技術は存在しない



20年くらい前になりますが、「利己的遺伝子」という話題が流行ったことがあります。これは、「われわれ人間を含めた生物個体は、遺伝子が自らのコピーを残すために一時的に作り出した『乗り物』にすぎない」という考え方です。

この「利己的遺伝子」という考え方は、非常に物事を説明するのに便利な考え方でして、スポーツや勉強の競争原理はもちろん、性欲やSEX、子育てや「子どもに対する保護者の犠牲的行為」までもが、一通り、キレイに説明できてしまうのです。

そして、私たち研究員は、このように万物の現象を一貫性をもって説明できるロジックが、とても大好きなのですが —— 同時に、それは私たちを恐しく「脆(もろ)い」存在にもしています。

研究にしか興味のない研究員たちは、極めて危ういのです。研究員が、そのようなロジックで遊んでいると、大抵の場合、為政者がしゃしゃり出てきて、無邪気な研究員たちを利用し始めてしまうからです。

例えば、ナチスドイツが「優生学」という非常に理解しやすい学問を、研究員たちを使って、非 人道的な考え方を正当化するツールにまで「発展」させてしまいました。

この結果、研究員たちは、「ゲルマン民族の優位性」だの「ユダヤ人問題の最終的解決」という、「殺す側の理論」を構築させられ、さらには、その実施の手先にまで成り下がってしまったのです。

嫌なら、そんなことやらなきゃいいじゃん? —— と思われるかもしれませんが、厄介なことに、 研究員という種類の人間にはそれができません。

例えば、デートの途中で突然怒り出して、デートの相手をホッポリ出して、1人でスタスタ帰ってしまう若い女性や男性のように、

「よく分かんないけど、嫌なものは嫌なの!!」

と、捨てぜりふを吐いて立ち去ることが ―― どうしても研究員たちにはできない。彼らは、ロジックで追い詰められると、ついつい感情の方が間違っていると錯覚してしまう。つまるところ彼らは「脆(もろ)い」のです。

―― とまあ、一応、こんな感じで「研究員」のダメなところを暴露した上で(「逃げ」を打っておいた上で)話を続けます。

25年くらい前、某企業の研究所において、「『花見』というイベントは、利己的遺伝子論的には、どのように説明できるであろうか」という、全くもって、ど一でもいいような、くっだらないテーマを真面目に議論していた、若い研究者たちがいました。

『「花見」というイベントであっても、利己的遺伝子の戦略として説明できるはずである』という 仮説に基づいて、その論理構築に私たちは苦しんでいたのです(うん、私たちはバカでした)。

この仮説に対して、ある1人の若い研究員が論理付けに成功しました(残念ながら、私ではないのですが)。

(1)『花見』とは、異性との出会いの場を形成する「ナンパの場所」の提供である。異性との出会いは、種の生成(子どもを作る)に資するので、利己的遺伝子の戦略と合目的的に合致する(2)『花見』に来られる人間は、経済的に余裕のある独身の男性または女性が多数含まれることが推認される。それは個体を育成(子どもを育てる)する環境の構築(家族を作る)に資するので、利己的遺伝子の戦略と合目的的に合致する



この論理付けを聞いた私たちは、思わず「おおっ」と声を上げました。

こうして私たちの「花見」というイベントが、「利己的遺伝子の戦略に対して合目的的に実施される」ことになった訳です(うん、私たちは本当に救いがたいバカでした)。

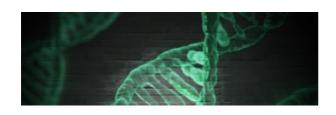
とまあ、この時代、このような遺伝子に関する興味の高まりも後押しして、GAがさまざまな分野で使われるようになっていたのです。

妙に人間くさい? 遺伝的アルゴリズム

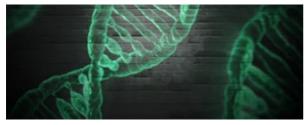
GAは、今回の合衆国大統領選挙シミュレーションで、乱数を使ったモンテカルロ方式に似ています。

モンテカルロ方式は、ある問題の解を探索する場合、(例えば、Y=f(X)を最小にするXの値を求めよ"、などでもいいです)、デタラメなXの値を山ほど作って、それをこの式に突っ込んでいき、一番小さいYを求めるという方法です。

これに対して、GAは、なんというか「人間くさい」です。「生物くさい」のです。



まず、でたらめなXを100個くらい用意しておいて、この式に突っ込む —— というところまでは、モンテカルロ方式と同じなのですが —— 決定的に異なるところは、一番良い値のYを見



画像はイメージです

つけたXのクローンを作り、そして、一番悪い値を見つけたXの個体を、抹殺することです。

この「抹殺」というのは、例えでも比喩でもなく、本当に亡きものにしてしまうのです。無能な奴は、いらない―― という感じです。

一方、優秀な値を出したXたちは、優先的か

つ強制的に、お互いに結婚させられます。この「結婚」も、たとえでも比喩でもなく、本当に結婚させられるのです。優秀なXのカップルからは優秀な子どもXが産まれる ―― という「優生思想」の発想そのものです。そして、このような優秀なXを残していく手法を、GAでは「エリート戦略」と呼びます(本当)。

さらに、ある一定の確率で選ばれたXには、人為的な遺伝子操作を施し、人為的な「突然変異」を発生させます。このようにXを一定の確率で選ぶことを、GAでは「ルーレット戦略」と呼びます(本当)。

なぜこのような「突然変異」を行うかというと、超天才的エリートの発生を担保するためです。 大抵は劣勢のXとなって抹殺の対象になりますが、まれに超天才が産まれてくることがあるのです。

そのような超天才の出現によって、これまで隆盛を誇ってきたエリート集団は、たちまち粛清対象に転落し、その後、優秀なXとして生まれ変わらなければ、抹殺されてしまいます。

この様に(1)「優生」に対する産めよ育てよの優遇、(2)「劣性」に対する情け容赦のない 抹殺、(3)ルーレットによって選ばれる突然変異、(4)あっという間の下剋上による政権交代 ーー これが、生存競争と自然淘汰という生物の進化のプロセスを模擬して作られた遺伝的ア ルゴリズム、GAです。

ヒューマニズムの対極にある、この解探索アルゴリズムが、ま、なんと言ったらいいのか、驚く ほど"使える"のです。

まず、プログラムが簡単でコードも短い。面倒な分岐判定もいらないのでバグも入り込まない。染色体の設計はちょっと頭を使いますが(致死染色体が発生しないように工夫するなど)、あとは評価関数だけをセットしておくだけで、探索対象のモデル化なんぞ一切不要。ブラックボックスとして動くものとして突っ込んでおくだけでO.K.。

そのくせ、解探索のスピードが驚くほど超高速で、あっという間に最適解*)に至ります。

*)ただし、他の手法と同様に、GAも最適解の保証(証明)はできません。

何よりGAの解探索プログラムの実行プロセスは、見ていてとても楽しい。

GAのアルゴリズム動かしている時には、ジェノサイド(大虐殺)を発令する独裁者の気分にな

れます。

『はっはっ、見ろ! 人がゴミのようだ!』(「天空の城ラピュタ」のムスカ大佐)

第二次世界大戦時に、ヨーロッパ全土を焦土 と化した某国の独裁者は、同じようなことを、コ ンピュータの中ではなく現実世界でやりました。 私は、私自身が「コンピュータで遊ぶ程度の、無 力な、権力なき小市民」であることを、今、本当 に感謝しています

まあ、それはさておき。



画像はイメージです

今回GAについて調べたら、私と同じような(画像に動機が同じかどうかは知りませんが)、GAのファンは非常に多く、ネットにも解説が山ほどありまます。

特にYouTubeなどの動画系の充実度はすごいです。これは、GAがどんな問題にも、ザクッと 実装できて、サクッと動き出すことの1つの証拠になっていると思います。

ですから、人工知能技術に期待されていることの1つが、「ほっといても、何か見つけてくれるもの」を意味するのであれば、GAは、その最右翼だと思っています。

GAの仕組みを「クリスマスデートスケジュール」で理解する

では、GAの仕組みを簡単にご紹介したいと思います。

ナップザック問題とか、巡回セールスマン問題とかは、ネットに山ほどありますので、もっと実用的な問題を考えてみました。名付けて、「クリスマスデートスケジュール問題」です。

問題の設定

クリスマスデートスケジュール問題

項目	内容
目的	条件の良い婚活対象者4人を選出し、クリスマスのデートに持ち込む
設定	12月23日~26日の4日間、毎日異なる男とデートを続ける
評価関数	婚活対象者4人の評価の合計値を最大化する
	(1)あなたには、デートに誘える9人の男の友人がいる
条件	(2)あなたは、それぞれの男に(a)ルックス、(b)年齢、(c)年収、(d)将来性について、0~9の評価関数をつけている。あなたは、これ以外の価値を男に求めない→「愛情」という評価値はない
	(3)男の側も、別の女性とデートすることがあるので、日程が 合わない日はデートに誘えない
	(4)12月24日or25日にデートした男の評価値は、2倍になる → 本命度が高まるから

婚活対象者4人を選出し、 クリスマスにデートをしておくこと

これは、4つのパラメータを最大化する4人の男を選び出すという、実に実用的な問題です。ここでは、(a) ルックス、(b) 年齢、(c) 年収、(d) 将来性の4つの値の合計を最大化することが目的となります。これは、典型的なパレート最適問題になっていまして、例えば、「ルックスを優先すると、将来性が犠牲になる」という状況が発生しやすくなっています。

今回は問題を簡単にするために、評価関数は、(a) \sim (d) の足し算を目的関数としていますが、例えば、「将来性」を重視して、「ルックス」を犠牲にするのであれば、評価関数を(0.5×(a) + (b) + (c) + 2.0 × (d)) のようにすれば足ります。

次に、男の友人の評価表を作ります。これがないと、GAにスケジュールの評価をさせることができないからです。

男の友人の評価

男たち(男A~I)の評価値(0~9)リスト

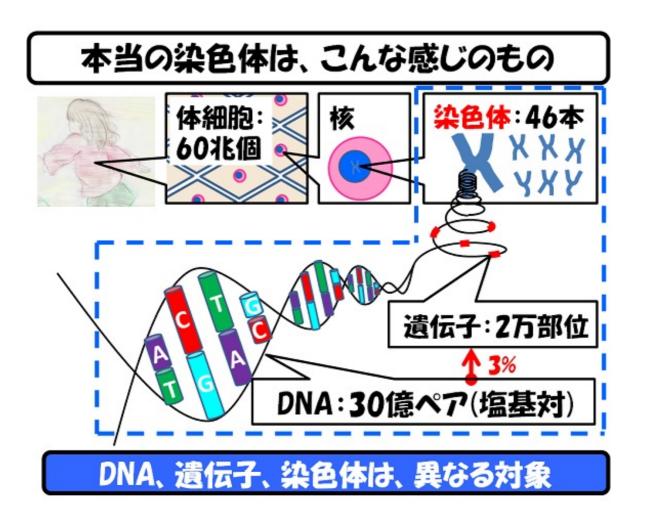
項目	Α	В	С	D	Е	F	G	Н	I
ルックス	3	8	8	4	3	6	9	8	5
年齢	4	9	6	2	1	8	4	4	9
年収	4	3	6	9	5	0	5	6	0
将来性	7	1	3	1	6	7	3	2	7
駄目な日	23⊟			24日			23日		

これを見ただけで、日程も考慮して、 4人選べったって、無理でしょ?

なお、評価表の評価値は、当然あなたが決めなければなりません。他人の評価なんぞ、あなたにとっては何の意味もないですから。

「染色体」を設計する

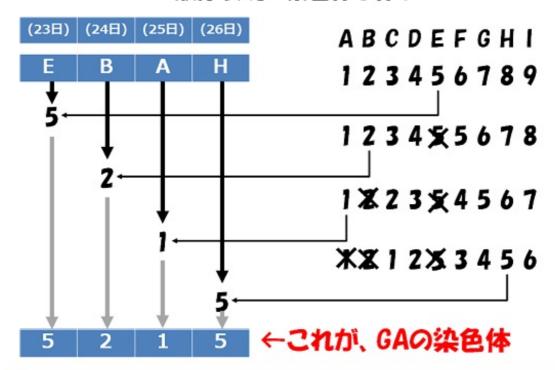
次に、GAの最大のキモである、「染色体」を設計します ――といっても、本当に遺伝子操作を行うのではありません。GAでいうところの染色体は、コンピュータで扱うことのできる、単なる1列の文字列または数列に過ぎません。



今回の問題では、クリスマススケジュールの日程そのものを「染色体」とすることができるのですが、今回の場合、染色体の設計にちょっとした工夫が必要になります。ここでは「順序表現」 という手法を用いています。

遺伝的アルゴリズムの手続(3)

順序表現で染色体を作る



致死に至らない染色体の設計ができれば、 勝ったも同然

この図は、23日にEさん、24日にBさん、25日にAさん、26日にHさんとデートをする、というスケジュールを示す染色体を示しています。この"E・B・A・H"を、そのまま染色体として使うことも可能ですが、この表現方式では、簡単に致死染色体が発生してしまうのです。

例えば、"E·B·A·B" のように、Bさんと2日もデートするようなことになった場合、スケジュールとしては採用できませんので、全く評価されない「即死する」染色体(致死染色体)になってしまうからです。

これを回避するためには、例えば、上図のような手順の順序表現を用いて染色体を作ります。 順序表現を使えば、同じ人物が2回以上選ばれることがないので、致死染色体が発生する恐れ がありません。

その後は、適当な乱数を使って、デタラメなデートスケジュールの染色体を、大量に作ります。

遺伝的アルゴリズムの手続(4)

順序表現で染色体を作る

(23日)	(24日)	(25日)	(26日)					
Е	В	Α	Н	\rightarrow	5	2	1	5
Α	В	С	D	\rightarrow	1	1	1	1
I	G	F	D	\rightarrow	9	7	6	4
С	Е	G	I	\rightarrow	3	4	5	6
Н	F	В	С	\rightarrow	8	6	2	2
							•	
						•	•	
Н	F	D	Α	\rightarrow	8	6	4	1

とにかく、染色体を適当にたくさん作る

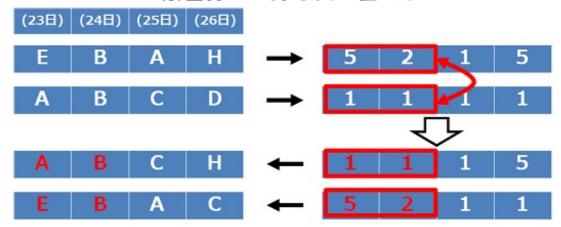
染色体を大量に作れば作るほど、集団が大きくなって、良い解が見つかる可能性が高くなりますが、計算時間がかかるという問題もでてきますので、作りながら染色体の数を調整することが多いです。

「結婚」する

次に、「結婚」ですが、これをGAでは「交差」と呼びます。染色体の一部を交換して別の染色体として生まれ変わります。

遺伝的アルゴリズムの手続:交差

染色体の一部を入れ替える



順番の一部を取り替えてしまう

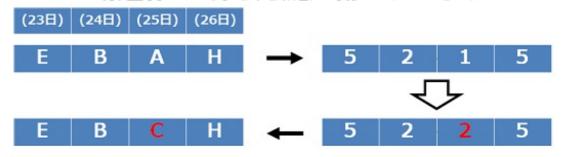
染色体の一部を交換したら、完全に別の染色体になってしまうようにも思えますが、この部分 交換によって、その一部の形質が維持されつつ、別の染色体に変わることができるので、いわ ゆる「純血性」と「多様性」の両方を同時に実現することが可能となるのです。

「突然変異」する

そして、「純血性」の極に立つ処理が「突然変異」です。

遺伝的アルゴリズムの手続:突然変移

染色体の一部を、故意に傷つけてしまう



上手くいっているものを、わざと壊す

これは、染色体の一部をわざと傷つけて、まったく別の染色体に替えてしまうものです。

GAの繰り返し処理を続けていると、ある特定の場所に染色体が集まってきて、新しい解を探しに行かなくなるという問題(ローカルミニマム)が発生します。それを回避するために、一定の

確率で故意に染色体の一部を破壊することで、優れた染色体の発生を促します。

もっとも、突然変異によって、よりよい解が見つかるかどうかは、文字通り「運」です(大抵は失敗して即死する)。しかし、このように、強制的に変異体(ミュータント)を作ることで、どのような問題であっても簡単に適合する解探索が可能となるのです。

ここでは説明していませんでしたが、GAは時間とともにグニャグニャと変動する問題に対しても、威力を発揮します。それは、「エリート」染色体と、その「取り巻き」染色体が良い解の周辺を守りつつ、別の染色体が、常に別の空間を探し続けることで、「守り」と「攻め」の両方で解の探索を続けることができるからです。

染色体の評価(よしあし)は、評価関数で決めます。今回は単なる評価値の足し算としていますが、前述した通り、評価関数は、あなたが優先するもの(「ルックス」でも、「将来性」でも)を基準に、自由に作って構いません。

遺伝的アルゴリズムの手続:評価

染色体の「良し」「悪し」を数値で評価する

(23日) (24日)	(25日)	(26	∃)							
E B	Α	Н	Н							
	\star				_					
項目	A	В	С	D	Ε	F	G	Н	I	合計
ルックス	3	8	8	4	3	6	9	8	5	33
年齢	4	9	6	2	1	8	4	4	9	31
年収	4	3	6	9	5	0	5	6	0	33
将来性	7	1	3	1	6	7	3	2	7	24
駄目な日	23日			24日			23日			
	×2	×2	×2 ×1					×1	総訓	† 88

評価関数は自分で変更して良い 例えば、ルックス重視なら、ルックス合計値を2倍にする

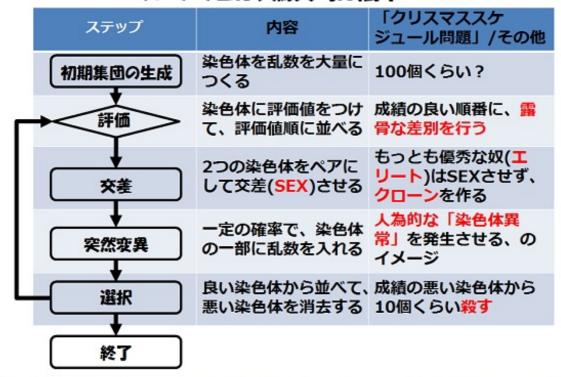
これが、デートスケジュールの評価値

ちなみに、AさんまたはGさんが23日に、Dさんが24日に選ばれた染色体は、即、「致死染色体」(総計の値が0)となります。スケジュールが成立しなくなるからです。

それでは、最後にGAのアルゴリズムのフローをまとめてみます。

遺伝的アルゴリズムのフローチャート

プログラムは、驚異的に簡単



簡単なくせに、超高速で答えを見付ける

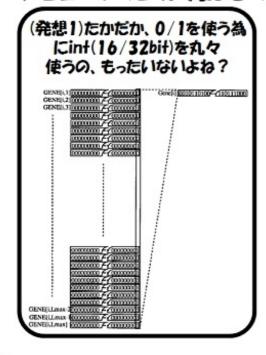
GAというのは、設計から計算に至るまで、抜群にコストパフォーマンスに優れた、江端お気に入りの人工知能技術の1つです。それに、独裁者を疑似体験できるという点においては、エンターテインメント性もあるという極めて珍しい人工知能技術であるといえます。

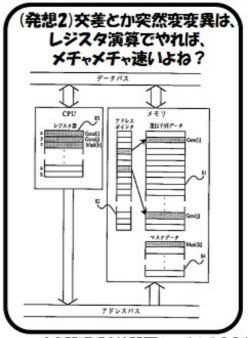
汀端が考えた高速GA計算法

ところで、染色体というのは詰まるところ、1次元のビット列です。1次元のビット列を扱っているモノといえば、コンピュータそのものです。ならば、コンピュータのアーキテクチャを、そっくりそのままGAに使ってしまおう、という発想で案出したものが、以下の江端発明です。

江端の考えた高速GA計算手法

コンピュータのビット列はそのきき染色体として使えるよね?





[公開番号]特開平6-161980

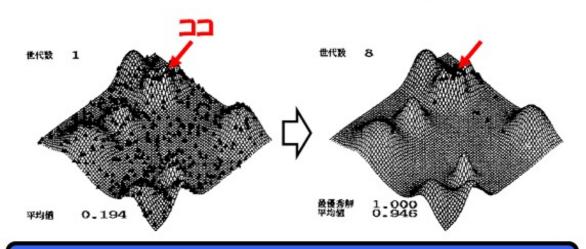
権利化されていません→安心して使って

コンピュータリソースが貧弱だった当時(CPUも遅く、メモリも少なかった)、なんとか大量の 染色体を使って、高速にGAの計算させたいという私の執念が、こういう発明を生み出しました。

コンピュータリソースが、売りに出すほど有り余っている(仮想化とか)今とあっては、このような姑息な工夫は必要ないかもしれませんが、今でも十分に使える発明ですので、興味のある方は試してみてください。

GA計算手法の応用例

命題:「一番高い山を見つけろ」



(簡単な問題とはいえ)一瞬で発見

上記は、同じ特許明細書に記載された、GAによる多峰関数の探索問題の例です。GAが、あっという間に、一番高い山の頂上を見つける、という内容になっています。発明の効果を、特許庁の審査官さまにご覧いただくために、わざわざ作った問題です。

しかし、「関数の山の頂上を見つけたら、それが何だと言うのだ?」と言われたら、グウの音も出ません。なぜなら私は、「人工知能が、猫を認識したり、将棋や碁で勝ったりしたら、それが何だと言うのだ?」(第2回「<u>我々が求めるAIとは、碁を打ち、猫の写真を探すものではない</u>)と言ってきた、当の本人なのですから。

実際のところ、特許明細書に「技術の効果」を記載するのであれば、この度、本発明の「クリスマスデートスケジュール問題」で理想の彼氏/彼女と結婚できました、と、特許庁審査官さまにご報告するような、実施例を記載しなければならないでしょう。

「ナンシー」に最も近いのがGA?

それでは、今回のコラムの内容をまとめてみたいと思います。

【1】前回、前々回と合衆国大統領選挙の「選挙人制度」によって、投票比率と著しく乖離した選挙人の数となる(分散と感度)ことをシミュレーションで示してきましたが、今回、読者の方から、江端の200時間分のシミュレーションを0秒で完了させる、論理解の定式化と、正規分布への収束証明の成功についての連絡を頂き、急ぎ、この解法の解説を行いました。

この定式化によって、AI技術などを使わなくとも、PCとエクセルだけで、選挙予測が十分可能だと説明致しました。

しかし、それでもなお、事前に最高精度の正確無比な投票率が分からない限り、大統領選の

当落予測が、極めて難しいままであることも、併せて説明致しました。

【2】前回、合衆国大統領選挙の「選挙人制度」が見直しされない理由について、読者の皆さんの意見をベースに検討しましたが、今回、読者の方からのご意見を受けて、選挙制度を改正するために必要となる憲法改正プロセスを調べてみました。

この結果、合衆国の各州の利害と憲法改正の制度がデッドロックしており、合衆国大統領選挙の制度を変更することは、事実上不可能であることが分かりました。

【3】各国政府が実施し、そして今なお実施している「優生政策」について簡単にお話した後、「利己的遺伝子」に関する説明と、人工知能技術の一つである「遺伝的アルゴリズム(Genetic Algorithm: GA)」について、人間世界の出来事に即して、できるかぎりリアルかつ生々しく説明致しました。

【4】GAの具体的な事例として、「クリスマスデートスケジュール問題」を案出し、GAの仕組みを説明致しました。そして、GAという技術が、抜群にコストパフォーマンスに優れた、かつ、「独裁者を疑似体験できる」というエンターテインメント性もある人工知能技術であることを解説しました。

以上です。

以前にも申し上げましたが、私は、これまで多くの人工知能技術を「つまみ食い」してきましたが、今回ご説明したGAが、<u>ナンシー</u>に一番近いような気がするのです。

いや、私は、ナンシーが「極悪非道な独裁者」 だと言っているのではありません。

かなりいい加減なモデルと、いい加減な評価 関数を作って、プログラムをグルグル回しておく だけで、「そこそこの解」を導き出す、という―― そのラクチンさ ―― において、GAは、他の人工 知能技術の中でも、抜きん出ているように感じます。



人工知能技術は、優れた演算や複雑な推論よりも、むしろ、以下のようなことが期待されていると思うのです。

「(経営者が期待しているのは)屁みたいな安い投資で、ほとんど手間がかからず、新規の設備を作る必要もかからない、そういう『(人工知能)技術』なのだよ」

「加えて、サルでもできるくらい設備管理が簡単で、だまっていても金がガンガンたまって、もうか

って笑いが止まらない。経営者が求めているのはそういう『(人工知能)技術』なのだ(よ)」

ーー「英語に愛されないエンジニア」のための新行動論(18):「<u>誰も望んでいない"グローバ</u>ル化"、それでもエンジニアが海外に送り込まれる理由とは?」より抜粋。「()」は江端が追記。

このGAだって、そこそこ複雑で面倒くさい人工知能技術ではあるのですが、それでも、私が知る限りにおいて、GAは、上記の内容に最も近い人工知能技術の1つだと思うのです。

- ⇒「Over the AI ——AIの向こう側に」⇒連載バックナンバー
- ⇒次回の掲載をメールで受け取る



Profile

江端智一(えばたともいち)

日本の大手総合電機メーカーの主任研究員。1991年に入社。「サンマとサバ」を2種類のセンサーだけで判別するという電子レンジの食品自動判別アルゴリズムの発明を皮切りに、エンジン制御からネットワーク監視、無線ネットワーク、屋内GPS、鉄道システムまで幅広い分野の研究開発に携わる。

意外な視点から繰り出される特許発明には定評が高く、特許権に関して強いこだわりを持つ。特に熾烈(しれつ)を極めた海外特許庁との戦いにおいて、審査官を交代させるまで戦い抜いて特許査定を奪取した話は、今なお伝説として「本人」が語り継いでいる。共同研究のために赴任した米国での2年間の生活では、会話の1割の単語だけを拾って残りの9割を推測し、相手の言っている内容を理解しないで会話を強行するという希少な能力を獲得し、凱旋帰国。

私生活においては、辛辣(しんらつ)な切り口で語られるエッセイをWebサイト「<u>こぼれネット</u>」で発表し続け、カルト的なファンから圧倒的な支持を得ている。また週末には、LANを敷設するために自宅の庭に穴を掘り、侵入検知センサーを設置し、24時間体制のホームセキュリティシステムを構築することを趣味としている。このシステムは現在も拡張を続けており、その完成形態は「本人」も知らない。

本連載の内容は、個人の意見および見解であり、所属する組織を代表したものではありません。

関連記事



もはや我慢の限界だ! 追い詰められる開発部門

コストの削減と開発期間の短縮は、程度の差はあれ、どの企業にとっても共通の課題になっている。経営陣と顧客との間で"板挟み"になり、苦しむ開発エンジニアたち……。本連載は、ある1人の中堅エンジニアが、構造改革の波に飲まれ"諦めムード"が漂う自社をどうにかしようと立ち上がり、半年間にわたって改革に挑む物語である。



ファーウェイ製スマホ分解で見えたアップル/サムスンを超えた"中国のチップ開発力"

スマートフォン大手の中国Huawei(ファーウェイ)は、ハイエンドモデルだけでも年間2モデル発売する。2016年も6月に「P9」を、12月に「Mate9」を発売した。今回は、これら2つのハイエンドスマートフォンを分解し、どのような違いがあるか比べてみる。



5000円 中国格安スマートウォッチの伸びしろ

今回は、中国で5000円以下で売られていたiaiwaiのスマートウォッチ「C600」を解剖していく。ほとんど日本では知られていない製品だがGSM対応の通信機能などを持つ。分解してみると意外にも将来を見据えた設計となっていたのだった――



イノベーションは Googleが育った小さな建物は、"シリコンバレーの縮図"へと発展した

人と資金と情報が豊富に集まるシリコンバレーでは、50~60年という長い時間をかけて、イノベーションを生み出すエコシステムが形成されていった。このエコシステムによって、シリコンバレーからは大成功を収めたスタートアップが幾つも誕生している。シリコンバレーには、このエコシステムを"建物の中で再現"している場所がある。



脳波の状態から自動で作曲を行うAI、大阪大学など

大阪大学の沼尾正行氏らの研究チームは、楽曲に対する脳の反応に基づき自動で作曲を行う人工知能の開発に成功した。音楽で手軽に脳の活性化に結びつけることが期待される。



AI×人口統計でタクシー需要をリアルタイムに予測

NTTドコモは「CEATEC JAPAN 2016」(2016年10月4~7日、千葉・幕張メッセ)で、AIを活用してタクシー利用の需要をリアルタイムで予測する技術を展示した。人口統計や気象データなどのデータを、多変量自己回帰と深層学習を使って解析して情報を抽出し、「30分後、都内のどのエリアにおいてタクシーの需要が増すか」を予測する。

 $Copyright @ \ 2017 \ ITmedia, Inc. \ All \ Rights \ Reserved.$

