

Chaitinのリスプ

■ AITとリスプ

Chaitin (Gregory J. Chaitin)は、自らが創始した"プログラムの長さに基づく複雑さの理論" AIT (Algorithmic Information Theory)¹を、単なる抽象理論にとどまらせるのではなく、実際にコンピュータ上でプログラムを走らせて確かめる事ができるものとするために、独自のリスプインタプリタを作った。

このリスプは、必要最小限のリスプ的要素に加えて、一種のUniversal Turing Machineとして振る舞えるように、いくつかの独自の関数を組み込んだものとなっている。このリスプを使って、その理論と思想を一般向けに紹介したのが彼の三部作

1. The Limit of Mathematics (1997)
2. Unknowable (1999)
3. Exploring Randomness (2001)

である。いずれもSpringerから出版されており、ChaitinのWebサイト²からオンラインで読むことも可能である。

Chaitinの思想と数学上の主要な結果を知るには "The Limit of Mathematics" がよい。Unknowable" は Geodel, Turingと自身の理論およびその関係を、上記のリスプを使って「わかり易く」説明した本である。リスプの説明はこの本がいちばん丁寧である。"Exploring Randomness" はリスプによって書き下されたAITの本である。

■ リスプインタプリタ

"The Limit of Mathematics" は何箇所かで行われた講義録であるが、この講義録のためにリスプが書かれたようである。まず、始めにMathematicaのための300行程のコードからなるインタプリタとして書かれ、次に1000行程のC言語のコードとして書かれた。³

Chaitinによると

"The Mathematica code I have to say I really like. It's 300 lines of Mathematica. I think it's pretty understandable, I think it's pretty clean, ..."

だそうで、一方、C言語の方は、Mathematicaのものより100倍早いが、

"The C code is incomprehensible! ... Use it, but don't try to understand it!."

との事である。その後、"Unknowable" の出版に合わせてJava applet版も用意された。脚注のサイトからオンラインで実行できる。

この文章を書いている私は、MathematicaおよびJavaのコードには目を通していない。と言う訳で、Chaitinの忠告には従わず、Cで書かれたリスプインタプリタを解説しようと思う。

僅か1000行程のそのコードは、力技でゴリゴリ書かれていて、謂わば原石のような印象を与える。特段に分かり難いという程でもない。このような形で公開されていることに感謝したい。

このコードを眺めていると、ファイル分割をしたり、その他、色々と手を加えたいくなる。実際、色々やってみた。しかし、私の手を加えたものを紹介しても、他人にとっては余計な御世話というものだろう。

ここではChaitinのオリジナルのコードを紐解いてみたい。

1. 同様の理論が、Solomonoff, Kolmogorov および Chaitin によって、ほぼ同時期(1960 年代半ば)にそれぞれ独立に発表されている。最初の論文を発表したとき Chaitin はまだ高校卒業したばかりの 18 才であった。Kolmogorov は言うまでもなく確率論で著名な数学者である。

このため、この複雑さの理論を "Kolmogorov-Chaitin Complexity"、あるいは単に "Kolmogorov Complexity" と呼ばれることも多い。特に後者のように呼ばれることは Chaitin にとってはおもしろからざることと思われる。

<AITの参考文献>

1. Chaitin の三部作、とくに "Exploring Randomness"
2. "An Introduction to Kolmogorov Complexity and Its application" M. Li & P. Vitanyi
3. "Information and Randomness" C.S. Calude

2. <http://www.cs.umaine.edu/~chaitin/>
3. <http://www.cs.auckland.ac.nz/CDMTCS/chaitin/unknowable/lisp.html>

このサイトから Mathematica, C, Java それぞれの版のソースコードもダウンロードできる。

■ Chaitinのリスプの特徴

理論 (AIT) を実際にコンピュータ上で確かめる事がこのリスプの目的であり、実用性は考慮されていない。次のような特徴／制限がある。

- 数値は非負の整数値に限る。
- 複文(あるいは特殊形式 `begin`)は用意されていない。
- 動的スコープである。`lambda` によって作られる手続きは自分の環境を持たない。
- ビット列(0 と 1 からなるリスト)を扱う種々の組み込み関数を持つ。(→ 次の Turing Machine の項を参照)
- ごみ集めの機構は用意されていない。

■ Turing Machine(のシミュレータ)としての解釈

リスプ式 \longleftrightarrow ビット列の相互変換