

創造性はどこから来るか

岡 夏 樹

(財) 新世代コンピュータ技術開発機構 oka@icot.or.jp

概 要

まず、『システムが創造的であること』を定義する。つぎに、その定義に基づいて、一見創造的に見える(実は優れた設計に依存している)2つの既存のシステムのしくみ(すなわち、みかけの創造性はどこから来るか)を分析する。最後に、真に創造的なシステムに近づく(すなわち、優れた設計への依存を少なくする)ために複合的なシステムをつくる構想を示す。

1 はじめに

本研究の目的は、(本論文で定義する意味での)創造的なシステムをつくる試みを通して、人の創造性の解明をめざすことである。本論文の内容は、そのための準備的考察である。

創造的という言葉は、科学、技術、芸術などいろいろな分野で使われる。本論文では、それらを個別に扱うのではなく、全体として共通するものの中に創造性の本質をみつけることを目指す。

創造にとっては、発想(あるいは、ひらめき)のあとの発展・検証の段階も不可欠であると言われることが多い。私もこれには同意するが、本論文の考察には、この発展・検証の段階は含めないことにする。その理由は、1) 創造にとって特徴的であるのは発想の段階だと考える; 2) 扱う範囲が広すぎて議論が散漫になるのを防ぐ一である。

2 システムが創造的であることの定義

創造を定義しようとする試みは、数多く報告されており、たとえば[2]に概説されている。しかし、そこでも指摘されているように、十分合意された定義はない。一方、特許法においては、発明の定義や、特許を受けることができるための要件が明文化されており、創造の定義を考える上で利用できる。ただし、定義の対象と定義の目的が異なるためこれも十分ではない。

これらを参考にして、創造的なシステムづくりを試みる観点から独自に検討した結果、本論文では、『システムが創造的であること』の定義をつぎのとおりとする。『社会的進歩性、個人的新規性、価値の3つを全部備えたもの¹を、独自性と洗練性の両方を備えた方法で作り出す²とき、そのときに限り、そのシステムは創造的であるという。』

作り出されるものに関する条件は、つぎのとおりである。

- 社会的進歩性の条件：作り出されるものが、その分野における通常の知識を有するシステムや人にとって容易に作り出すことができないものであること
- 個人的新規性の条件：作り出されるもの

¹ここでの「もの」は情報も含む。

²「作り出す」という言葉には、「新しいものをつくる」という意味もあるが、本論文では、単に「つく」という意味で「作り出す」という言葉を使う。

のが、それを作り出すシステムからみて、今までそのシステム内外になかったものであること

- 価値の条件：作り出されるものが、それを作り出すシステムまたは他のシステムや人にとって、価値をもつものであること

また、作り出し方に関する条件は、つぎのとおりである。

- 独自性の条件：作り出し方が、与えられた知識表現形式や宣言的／手続き的知識に、あまりに大きくは依存しないこと
- 洗練性の条件：作り出し方が、力づくだけではなく、実際作り出せる程度に効率がよいこと

3 創造的に見えるシステムの分析

本節では、一見創造的に見える(実は優れた設計に依存している)2つの既存のシステムを分析し、独自性以外の上記の各条件をどのような手法で満たしているかを明らかにする。これらのシステムでは、設計者が意識的に(あるいは無意識に)仕組んだことを注意深く分析しないと、独自性の条件を満たしていないことを見落としやすい。

3.1 銅谷らの運動パターンを形成するシステム

銅谷らのシステム[5]は、図1に示すようなロボットである。幅の広い2本の脚(前脚と後脚)と胴体との間の関節の角度をそれぞれ独立に設定することができ、前進距離はロータリエンコーダで入力される。システムの目的は、速く進める運動パターン(各関節の角度の設定のしかた)を形成することであ

る。システムは、標準歩き、跳び歩き、這い歩き、転がり歩きなど種々の運動パターンを自己形成した。

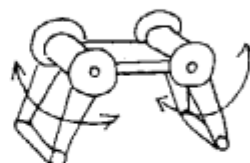


図1 銅谷らの運動パターン形成ロボットの
外観

設計者は、ロボット自身やそれが置かれる環境の物理系の記述は行なわなかった。システムが実世界で実験と観察を繰り返すことにより、物理系のもつ情報を利用し、それに合わせて運動パターンを形成した。

- 社会的進歩性の条件

つぎのように、優れた設計に依存して本条件を満たす。このシステムは、観察者の予想外の運動パターン(たとえば転がり歩き)を形成する。意外性のあるものを作り出すことに成功したのは、観察者の記述レベルと異なるレベルでシステムが記述・実行されるように設計されたからである、と私は考える。すなわち、システムは単に、両脚の関節の設定角度の空間を探索しているに過ぎず、このレベルでみると作り出されたものに意外性はないが、歩き方のパターンを記述するレベル(たとえば‘転がる’など)においては意外性がある。

- 個人的新規性の条件

与えられてはいるが非常に大きい探索空間から選択する、という意味で本条件を満たす。

- 価値の条件

評価基準(前進距離)が単純なため、価値評価の自動化が実現されており、上述のように実験と観察を通じて、本条件を満たすものが作り出された。

- 独自性の条件

ここで使われた山登り法は、初期値の設定や登る向きに非決定性を含むので、独自性が全くないわけではない。しかし、社会的進歩性と洗練性が、それぞれの項目内で指摘する通り、優れた設計(与えられた記述レベルや制約)に強く依存しているので、本条件を満たすとは言えない。

- 洗練性の条件

つぎのように、優れた設計に依存して本条件を満たす。システムが採用している単純な山登り法は、全解探索よりましであるが、有用な運動パターン形成には十分ではない。したがって、探索の成功は、設計者がいかにうまく探索空間を制約しておくかに強く依存している。実際に与えられた制約は、1) 2) 姿勢を繰り返すだけの運動パターンに限る; 2) 山登りの刻み幅の適切な設定; 3) 山登りの初期値の適切な設定 ーである。

3.2 AMとEURISKO

AMとEURISKO(たとえば[1])は、与えられた概念、オペレータ、ヒューリスティクスを使って、たとえば初等数学の概念(たとえば素数)や推測を作り出すシステムである。獲得した(または与えられた)概念やオペレータを使って次々に新しい概念を生み出し、概念に対して実験(概念の例をつくること)と観察(その例を調べて帰納的に推論すること)を行なう。また、ヒューリスティクスの発見や知識表現の変更も行なう。

- 社会的進歩性の条件

上記のように、学習したものを使って推論(実験と観察)を多段階に積み重ねており、本条件を満たすと言ってよいと考える。

- 個人的新規性の条件

満たす。

- 価値の条件

興味深さという評価基準をヒューリスティックに計算し、その評価基準に基づく最良優先探索で作りに出したものの中に、本条件を満たすものが含まれていた。

- 独自性の条件

多数の概念やオペレータの組み合わせからの非決定的な選択を含むので、独自性が全くないわけではない。しかし、以下に指摘する通り、洗練性が、優れた設計に強く依存しているので、本条件を満たすとは言えないと判断する。

- 洗練性の条件

以下のように、優れた設計に依存して本条件を満たす。システムは、評価基準に基づいて最良優先探索により、面白そうな概念から探すが、これだけでは十分でない。[1]に指摘されているように、探索の成功は、つぎのようないまい設計に大きく依存すると考える。

1) 初期概念、オペレータ、ヒューリスティクスを適切に与えた; 2) 対象としてたとえば初等数学は適切で、かつ、知識表現も適切であった。すなわち、記述言語であるLispと初等数学の概念との相性がよく、興味ある概念が密集していたのでヒットする割合が高かった。また、興味がある概念を構成する部分的な概念が興味があるように見えた。

4 真に創造的なシステムに近づくために

前節で分析したような優れた設計への依存を少なくする(すなわち、真に創造的なシステムに近づく)ためには、前節で紹介したいくつかの手法(たとえば、実験・観察・推論・選択などの積み重ね、価値評価基準の与え方など)の利用と合わせて、意識レベルの処理と無意識レベルの処理の複合的なモデル(C/Uモデル)[3, 4]を利用することが有効であると考ええる。その理由を以下に述べる。

社会的進歩性と独自性を満たすには、1) 推論の多段階の積み重ね; 2) 意外性のある発想—の2つの方向があると考ええる。このうち2)については、C/Uモデルでつぎのように表現できると予想する。

意識レベルからアクセスできる(すなわち、活性化された)知識は、無意識レベルの処理により、通常は適切に絞り込まれて、効率のよい意識レベルの処理が実現されているとする。意外だという感覚は、この無意識のうちに設定された枠(活性化された範囲、制約、見方、表現形式など)の外側の知識の存在を指摘されたときに生じ、また、枠の存在には、このとき初めて気付く³と考える。創造的なシステムを作るうえでは、この枠の外の知識や見方を、いかにして活性化するかが問題となる³が、たとえば、環境に有る情報や他の問題に関する推論をきっかけにしたり、創造的な思考のための方略に従うことを考えている。

洗練性と独自性については、C/Uモデルでは、意識レベルの明示的な制約と無意識

³もちろん、その前に、通常いかにして絞り込むか
が大きな問題であるが、創造性の研究を通じて、通常
の絞り込み方に関する知見を得ることも試みる計画で
ある。

レベルの暗黙の制約の両方を利用できるので、探索の制約を(与えられるのではなく)作り出すのに有利であると考ええる。すなわち、C/Uモデルでは、2種類の知識(意識レベルの知識と無意識レベルの知識)の学習がありうるが、意識レベルの処理と無意識レベルの処理の間の循環的な相互作用を利用して、それぞれの学習が効率良くできると私は考えている[4]。

以上の考察に基づき、今後、C/Uモデルをもとにして、環境と相互作用する創造的なシステムづくりに向けての研究をすすめていく計画である。

参考文献

- [1] Lenat, D. B. and Brown J. S., Why AM and EURISKO Appear to Work, *Artificial Intelligence* 23, pp. 269-294, 1984.
- [2] Sternberg, R. J. (ed.), *The Nature of Creativity: Contemporary Psychological Perspectives*, Cambridge University Press, 1988.
- [3] 岡 夏樹, 意識処理と無意識処理の循環構造について, 人工知能学会 ヒューマンインタフェースと認知モデル研究会資料, SIG-HICG-8804-7, pp. 61-70, 1989.
- [4] 岡 夏樹, 帰納的学習の認知モデル: 意識処理/無意識処理の観点から, 日本認知科学会第6回大会発表論文集, pp. 104-105, 1989.
- [5] 銅谷賢治, 中野 馨, 運動のパターンを学習的に形成するシステム, 計測自動制御学会第3回知識工学シンポジウム, 1985.