

Creativity and Artificial Intelligence

Margaret A. Boden: Creativity and Artificial Intelligence, Artificial Intelligence, vol.103, pp.347-356 (1998).

創造性は人の知性の基本であり、AIへの挑戦である。AI技術は、よく知っているアイデアの新奇な組合せの産出、概念空間の可能性の検索、以前には不可能だったアイデアの生成を可能にする変形の、3つの方法によって新しいアイデアを生成する際に使われる。新しいアイデア生成のモデル化より、その評価の自動化において、AIには困難さがある。

1 Why AI must try to model creativity

- なぜ研究
 - 人の知性の基本・AIとしては不可避
 - 研究室・市場での有用性
 - 人の思考理解のための認知科学の一部
- 特別ではない
 - 人の知性の特徴
 - 日常的な能力
 - : 連想・想起・知覚・類推的思考・問題空間探索・リフレクション
 - 認知 (= アイデア生成) + 動機・感情・文化文脈・個人特性 [Boden 1994]
- 創造的とは
 - 新奇・意外で価値がある (面白い・有用・美しい…)
 - 「新奇」: 個人にとって (P-creativity) / 歴史に照らして (H-creativity)
 - : 本稿では基本的に P-creativity で考える

2 Three types of creativity

- アイデア生成方法の違いによる3種類の創造性
 - 意外さ: 創造の結果
 - 「ショッキングな」意外さ: 3番目が H-creativity の典型
- 1. 「組合せ」の創造性
 - よく知っているアイデアの組合せ
 - 概念構造を共有する2つのアイデアの結びつけ
 - : 例: 詩的イメージ・類推
 - 構造的類似性の発見・評価
- 2. 「探索」の創造性
 - 概念空間探索からの新奇アイデア生成
 - : 新奇・たまに予想外
 - : 探索と変形は密接にリンク
- 3. 「変形」の創造性
 - 変形: 空間の次元の変形・新しい構造生成
 - : 基本的な部分であるほど意外なアイデア生成
 - : 強力であるほど意外なアイデア生成
 - 探索・変形の区別
 - : 新奇な探索は何らかの制約をひっばる (tweaking)
 - : 良構造空間ほど区別が明確
- 過去に探索された創造性
 - 文化からの思考スタイルの継承
 - 継承された概念の変形からアイデア生成 (創造→継承→創造…?)
- 意外 (surprising) 以上の驚き (amazing)
 - 基本的な変形・基本の変形
 - 極端な変形は拒絶されがち・受け入れられるまで時間がかかる

3 Computer models of creativity

- 創造性の計算機モデル
 - 成功例は2 (探索) が多い
 - 専門知識と概念空間・探索手続の定義
 - 組合せ・変形は難解
- 問題点
 - 人の連想記憶, 価値と計算機表現

□ 組合せの創造性

- 例: 冗談・類推
 - 意味ネットワーク・知識ベース
 - 情報源からランダムに引き出すだけでは不十分
 - 出力の適切さ・プログラム自身による評価
- Jape [Binsted 1996]
 - 文字遊びのなぞなぞ生成
 - 9 種類の文型 (「X と Y を掛け合わせると何になる?」「X の持つ Y は何?」等)
 - 意味ネットワークと種々の語知識ベース (音韻・意味・統語・綴り) の連動
 - 出力例
 - Q: What kind of murderer has fibre? (殺し屋の持っているファイバー)
 - A: A cereal killer. (連続殺人犯 (a sereal killer) と同音)
 - Q: What do you call a strange market? (変な市場)
 - A: A bizarre bazaar (珍異の市)
 - Q: What do you call a depressed train? (下落した電車)
 - A: A low-comotive (機関車 (a locomotive) と同音?)
 - Q: What's difference between leaves and a car? (葉っぱと車の違い)
 - A: One you brush and rake (掃いて集める), and the other you rush and brake (走って止まる, 違いは b の位置).
 - 評価
 - :Jape が出力した冗談・人による冗談 (本)・ランダム生成物
 - :人 (子供) は正確に区別・評価
 - 面白い出力を目指して
 - :「本質的な」面白さの問題
 - :同様の例: AM[Lenat 1983]・人にとって新しいものは生成されない
- アイデア生成支援システム
 - 人とインタラクション・促進
 - 出力評価の問題
 - Jape は限定的な成功・現実のなぞなぞの実装不可能
- 類推の AI モデル [Forbus 1994, Holyoak 1995,1995]
 - 領域一般的アプローチ [Forbus 1998]・心理学的実験との比較
 - 明確な概念表現とマッピング, 類推における概念は不変
- Copycat [Hofstadter 1995, Mitchell 1993]
 - アルファベット文字列の類推
 - 仮定: 類推は新しい方法での知覚
 - :既成・不変な表現に非依存
 - 広範な類推生成・評価
 - 不変・柔軟性のない類推への批判 [Hofstadter 1995] vs 類推は高次認知・知覚ではない [Forbus 1998]
- 反撃
 - 類推的マッピング (領域一般プロセス) と概念表現の区別
 - Copycat は概念表現構築プロセスの説明・非現実的
 - SME の成功例: 多量の表現での成功
 - :スキーマの抽象化・推論・再表象 [Hofstadter 1997]
 - :心理学的実験によるシミュレーションの支持
- 著者の勘
 - Copycat: 人の思考の流動性
 - 領域一般な原理の重要性+領域固有プロセスの仮定
 - 結論: 組合せの創造性は複雑な問題

□探索・変形の創造性

- 概念空間と探索・修正方法の計算機化
- 他領域・概念空間への適用
 - 成功例：EURISKO[Lenat 1983]
- 領域専門家の知識（遺伝工学・VLSI 設計等）
 - プログラマーの領域熟達化 or 専門家の協力
- EMI(Experiments in Musical Intelligence)[Cope 1991]
 - Mozart・Stravinsky・Joplin 等のスタイルの作曲
 - (※ Scott Joplin? 1868 - 1917・アメリカ。ラグタイム三巨頭の一人。途中で準クラシックに傾倒するもヒットせず。)
 - (※ Janis Joplin? 1943-1970・アメリカ。女性初の本格ロック・シンガーで多様な音楽の融合を目指した。)
 - ATN:音楽文法表現
 - 符号リスト:作曲家個々の旋律・和音・韻律・モチーフの特徴
- ジャズの即興演奏 [Hodgson 不明]
 - 個人の演奏スタイル (現在 Charlie Parker)
 - (※ 1920-1955・アメリカ。アルトサクソ奏者。ビ・バップというスタイルの創始者で、モダンジャズの神様「BIRD」と呼ばれる。)
 - 音楽知識・ジャズに特徴的な習慣・Parker のモチーフ (プログラマーはサクソ奏者)
 - 概念空間の探索・Parker のスタイル以外の出力はない (探索のみ変形なし)
- 建築デザイン [Koning 1981]
 - 形状文法：Frank Lloyd Wright の prairie の家を生成
 - (※ 1867(?)-1959・アメリカ。20 世紀世界三大建築家の一人とも言われる。日本画に影響を受け来日・日本建築に傾倒。日本では旧帝国ホテル等を設計。「prairie style」とは、草原をイメージさせるような横線を強調する建築様式。)
 - 建築空間の各次元の重要性を認識
 - :例：バルコニー (表層的) と暖炉 (全体構造に影響)
 - 暖炉の決定優先 > バルコニーを意外な場所に
- AARON [McCorduck 1991, Cohen 1995]
 - AI の画家 (線画 AARON・彩色 AARON)
 - 専門知識を定義した空間検索
 - :3 次元コア (頭や顔の位置等の制御点)
 - 出力は描画ブラシの物理的特性が影響
 - :線画：1px ペン, 彩色：5 種類の丸ブラシ
 - 出力は同スタイル・乱数による予測不可能性あり
 - 変形・出力評価は不可能



AARON の作品例

- BACON [Langley 1987]
 - 科学的発見
 - ヒューリスティックの作りこみ・構造化されたデータ
 - 新発見は不可能
- GA
 - 最適配置検索による与えられた空間の探索
 - たまに遺伝メカニズムを変形
 - 例：画像生成 [Todd 1992, Sims 1991], ロボットの感覚器・制御システム [Cliff 1993]

- 現状の創造性システム
 - 変形が可能なシステムを優位と評価
 - 熟慮して変形を避けるモデル化のケース
 - :人の興味は変形より探索に？
 - :評価の自動化の困難さ

4 The evaluation of new ideas

- 変形の問題
 - 新しい空間の面白さ・価値（新しいことが創造的ではない）
 - AM：良い出力＜役に立たない出力，評価ヒューリスティックスのミス
 - 出力評価は人とインタラクション [Sims 1991]
- 評価
 - 原理的は必須ではないが・・・
 - 価値表現の実装
 - 予定義不可能な価値は（GAのような）進化的方法で
- 文化的に受け入れられる価値 [Cohen 1995, Koning 1981]
 - 元々の概念空間と異なるものが必要
 - Bachのフーガ・印象画作品が好まれる理由？
 - カテゴリ内での許容・新しいものの許容
- 価値の変化
 - 文化・時間
- 科学
 - 理論の洗練度・一貫性，実験的検証
 - 芸術より価値はない（？）が実装は困難
 - :流行り廃り
 - :恐竜の発見等パターンがない
 - :創造・発見は不明瞭

5 Conclusion

- H-creativityのAI化
 - 探索・組合せ手続による実現
- ボトルネック
 - (1) 探索・変形のための専門知識
 - (2) 結果評価
 - 上記2点は相互作用
 - アイデアの評価が可能なAIモデルは数例のみ
- 人を困らすほどのアイデアを出すAIプログラムを実現したいなあ