

類推

研究の背景
類推の定義
類推のパラドクス
構造写像理論
準抽象化
Copycat
生成と受け入れ

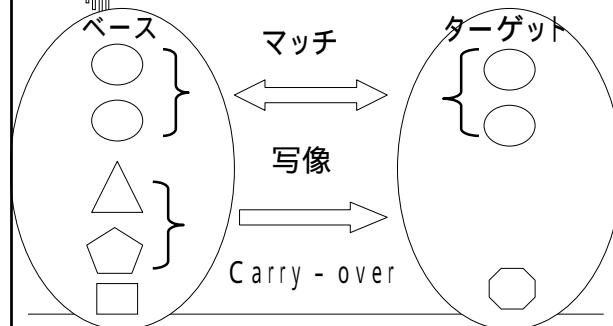
なぜ類推が注目されるか

- 人間は抽象的なルールを使うことはまれである。
- 人間は経験を非合理的ほど覚えている。
- しかし、獲得された知識が領域固有、文脈固有では、人間はやっていけない。
- 知識がオリジナルな文脈とは異なる文脈へと拡張されねばならない。
 - 応用
 - 転移

類推とは(1)

- ベースドメイン：既知の領域
- ターゲットドメイン：未知の領域(問題)
- 写像：ある集合の要素を別の集合の要素に対応づけること。類推の場合は、ベースの要素をターゲットのそれに対応づけること。
- match: ベースとターゲットで対応づく要素はmatchしているという。
- carry-over: ベースには存在するが、ターゲットに存在しない要素をcopyする。

類推の模式図



類推のプロセス

- ターゲットの表象の生成
- ベースの検索
- 写像
- 正当化
- 学習

電流と水流

- 電池はポンプ
- 導線はパイプ
- 電流は水流
- 電池が増えたと?
 - 直列、並列
- 回路が並列になると?

身近な類推

- 麻原は父親だ(上祐談)
- 大学の機構改革はソーブランドだ(加藤談)
- 臨床心理士はテストなしの厚労省認可済み抗ガン剤だ(波多野談)

類推の難しさ

- 砦問題
- ある砦を攻略することを命じられた将軍がいます。この砦に通じる道は多数あり、放射状になっています。しかし、その道には地雷が埋められており、一度に多くの軍隊が通ると地雷が爆発する危険性があります。そこで、将軍は軍隊を小さな部隊に分け、それぞれの道から部隊を一斉に出発させ、砦を陥落することが出来ました。

類推の難しさ

- 放射線問題
- ある患者の胃には癌があります。この癌を治療しようと思うのですが、治療に十分な放射線を用いると正常な部位まで破壊してしまいます。しかし、正常な部位を破壊しない量の放射線では癌を治療することは出来ません。どのようにしたらよいでしょうか？

結果

- ヒントなしでこの類推を行える人は大学生でもわずか10%程度である。
- 一方、一度ヒントが与えられると70%程度の人が類推をおこなうことが出来る。
- 自発的な類推は難しい。
- ヒントなしには解けない ベースの検索
- ヒント後には解ける 写像

類推の計算論上の問題

- N個の要素がベースに存在するとき、どれを写像すべきか？ $2^n - 1$
- 仮にM個の要素が写像可能であることがわかったときに、どのように写像すべきか？
M!
- 写像の計算では、これらを何とか減らす必要がある。

知識表現

- 前提:知識は対象、属性、関係として記述でき、関係には階(order)がある。
- 対象:具体物に限らず、概念として表象されるもの一般。
- 属性:対象の性質(色、形、重さ、大きさ、価値等々)
- 関係:対象を結びつける。
 - 一階の関係:対象を引数としてとる関係。
 - 高階の関係:関係を引数としてとる関係。

構造写像理論

- 次の3つの原理を満たす写像。
- 属性の非写像: 対象の属性を写像しない。
- 構造的ー貫性: 構造的にー貫した写像を行う。
 - ー対ーの対応
 - parallel connectivity
- システム性原理: 高階の関係を優先的に写像する。ー階の関係は高階の关系到支配されているものを優先的に写像する。

従来の理論の問題点

- 初期のtargetの表象について、記憶研究と矛盾する。
- 検索、写像ともに悉皆である。
- 人間はこうした形で対応仮説を生成するか？
- 当てはめ類推
 - Chiらの研究では類推はできない悪い学生だけが行う。
 - できる良い学生は、過去の問題を参照する場合でも、ポイントを絞って参照する。

類推研究の展開

- 制約とその相互作用
 - 多重制約理論(次回へ)
- 生成的類推
 - 類推の生成
 - Copycat
 - 準抽象化

類推の生成

- 今までの研究:
 - 類推のベースを与える。
 - これについて類推とは関係のない課題を与える(現実性、適切性、快不快の評定等)
 - 字義的には似ていないターゲットを与える。
- 日常の類推は本当にそうになっているのだろうか。
 - スクールカウンセラーと認定臨床心理士
 - イラク渡航と登山

Production Paradigm (Blanchette & Dunbar)

- 政治経済に関する日常的なテーマについて類推を大学生に作り出させる。
- 一人あたり平均2.8個の妥当な類推が生成された。
- 生成された類推は
 - 酪農、
 - 家事、食事、
 - 病気、薬
 - 自然
- など多様な分野をベースにしたものであった。
- どうしてこんなによくできるのか？

エンコード仮説

- 実験室課題では、類推と無関係な処理を学習時点で行わせる。
- 比較的表層的な要素のみが、処理の対象となる。
- その結果、類推ができなくなる。
- 関連事象
 - 符号化特殊性

類推の生成

文字変形4項類推

- 左側はベース、右側はターゲット
- 紙 鉛筆 半紙 ?
- 太陽 地球 地球 ?

□ a b c a b d i j k ?
□ a a b c a a b d i j k k ?

Copycat

文字変形4項類推

- a b c a b d i j k ?
- では、ijlの答えが最も多い。
- a a b c a a b d i j k k ?
- i j k lとする人はかなり少ない。
- (a a) b c、(a a) b d、i j (k k)と認識される。
- 今までの理論では、ベースは固定されていた。
- しかしベースが対比されるものとの関係で変化する。

Copycat

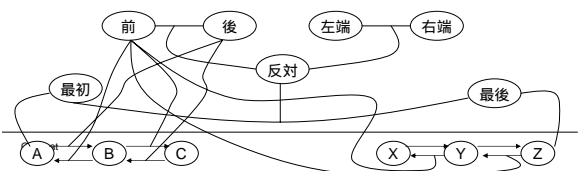
Copycat (Hofstadter)

- Slipnet
 - Copycatの長期記憶であり、概念の貯蔵庫。ただし概念間の距離が可変である。
- Workspace
 - Copycatのワーキングメモリであり、一時的知覚構造を生み出す場所。
- Coderack
 - エージェント(オペレータ)の待合い場所。エージェントは確率的な動作をする。

Copycat

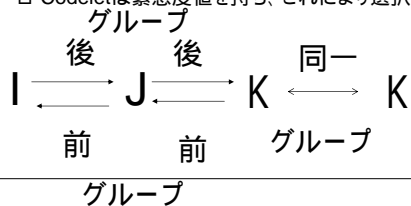
Slipnet

- ノード: 概念
- リンク: 概念感の関係を表す。ラベルが付いている。
- 概念間距離: 概念はノードを結ぶリンクについている数字。近ければ小さく、遠ければ大きい。
- 概念深度: 概念の抽象性を表す。



Workspace

- Codeletの働きにより、刺激が相互に関連づく。
- Codeletは、Slipnetの活性度に応じて、Coderack内に作り出される。
- Codeletは緊急度値を持ち、これにより選択される。



Copycat

すべり(slippage)

- 関連する概念が活性されることにより、「すべり」が生じる。
- a aは左端であり、k kは右端であるが、これらは「反対」ノードの活性により、相互に入れ替わる。
(k kを始点とし、前後を逆にするようなものの見方に対応する)。
k k j i

Copycat

温度と心の揺らぎ

- はじめは小さなコードレットが多数局所的に作用する。
- このためシステムの安定性が低い(温度が高い)。
- しかしある程度構造が決まってくるとシステムの安定性が高まる(温度が低い)。
- 温度が高ければ様々なCodeletが作用する可能性がある。
- 温度が低いほどよい解となる。

Copycat

課題 1

- abc: abd mrrjjj : ?
- abc: abd xyz : ?
- rst: rsu xyz : ?

Copycat

なぜ類推が可能か

- なぜ、ベースの知識をターゲットに転用できるのか。
- この解は、単なる類似には求めることが出来ない。
- ベースとターゲットは何らかの意味で似ているが、観点を設定しない限り、無意味な言明となる。

半抽象化

類推の計算理論

- ベースとターゲットの同一性
- なぜ片方の言葉で他方を語ることが出来るか。
- 答え: 2つのものが同一だからである。
- 同一であれば、各々(その要素)は交換可能であるから、いつでも類推が出来る。

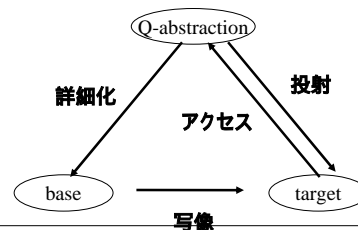
半抽象化

類推の計算理論

- ベースとターゲットは異なるものである。
- 異なるものをどうやって同一化するか。
- 答え: カテゴリー化を行えばよい。
- もしベースとターゲットを包含するカテゴリーが見つければ、ベース、ターゲットはそのカテゴリーの観点から同一化できる。
- 猫xと猫yはいろいろな意味で異なっているが、猫という観点からすれば同一である。

半抽象化

類推の三項図式



半抽象化

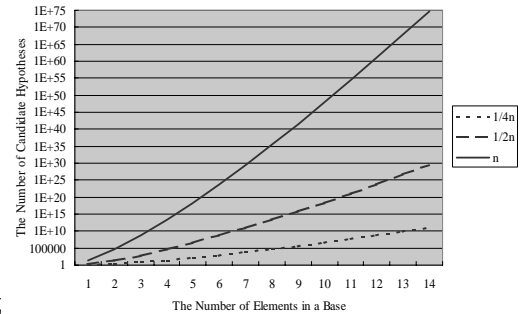
抽象化と写像

□ 写像:

- 抽象化で成り立つことは、すべてターゲットに写像できる。(カテゴリーでも、より上位のカテゴリーの性質は下位のカテゴリーに継承される)
- 抽象化は具体的なベースに比べて、その要素数が少ない。

準抽象化

抽象化による写像候補の減少



準抽象化

ベース検索と準抽象化

- 人間の記憶がもし過度に抽象化されたものであるとすると、
 - そこからの絞り込みが出来ない、
 - ターゲットとのマッチングがとりにくい
- 一方、具体例がそのままはっていると、
 - 検索が困難になる
 - マッチのコストが高つく

準抽象化

ベース検索と準抽象化

- 人間の記憶の構造が準抽象化によって組織化されているはずである。
- だとすれば、準抽象化を表現するような手がかりを与えた場合は、その他の手がかりに比べて、再生率が高くなることが予想される。

準抽象化

電気回路

- 水流と電流のアナロジーのプロトコル
- 実際に水や粒を用いた説明がなされる。
- しかし具体的に水流の閉回路を見たことがある人はいるのか？
- また発熱が絡む場合には、水の流れのアナロジーをすぐに粒のアナロジーに変える。

準抽象化

流れの準抽象化

- 以下の3つの要素からなる準抽象化
 - 流れるもの
 - 流れる場所
 - 流し出す力
- 要素数が少ないため写像が簡単。
- 流れるものに適当なものを割り当てることにより、一貫したアナロジーを容易に生成することができる。

準抽象化



まとめ

- 類推はベースとターゲットの同一性によって保証される。
- 同一性はカテゴリー化によって生じる。
- したがって、類推はベースとターゲットを包含するカテゴリーを探すプロセスを必ず含む。

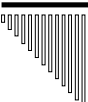
準抽象化



まとめ

- このカテゴリー = 準抽象化は、
 - 一般化された目標を達成するもの、
 - 目標達成のための機能的関係、
 - およびそれを満たす条件から構成されている。
- 準抽象化でカバーしきれないときは、
 - 複数の準抽象化を組み合わせ、適切なベースを生成する、
 - 具体例を参照する。

準抽象化



パラドックスの解決案

- 自分で類推を作るのは簡単だが、与えられたベースを類推的に利用することは困難。
- 生成の際には、ベースは「想起」されない！
- ベースは生成される。
- ターゲットの構造を考慮して、複数のベース部品（準抽象化、codelet）を組み合わせる。
- ベースの生成過程で構造が考慮されるので、生み出される類推は適切になる。



類推の問題点

- 妥当性が保証されない、あるいは主観的にしか保証されるのみ。
 - 麻原 = 父親
 - イラク邦人人質 = 登山による遭難
- 複数の類推による妥当性の検証。
 - より近い類推を採用すべき（準抽象化）