

問題解決と感情のシミュレーション

張 佳吟 久保 康司 西島 恵介 藤田米春
大分大学工学部知能情報システム工学科

思考・行動過程において、動機や判断には感情が係ることが多い。本報告では、「感情」についてその発生と反応行動の分析と、それに基づいた、感情と感情的行動のシミュレーションアルゴリズムについて述べる。感情とそれに対する反応行動の事例として、寓話「きつねとぶどう」をとりあげその中で重要な感情である「悔しさ」とその反応行動である「負け惜しみ」について、それらが生じる条件とそれらの発生にどのようなデータが係っているかをシミュレーションの立場から述べ、さらにこれらの記述へのATMSの利用について述べる。

SIMULATION OF PROBLEM SOLVING
IN EMOTIONAL BEHAVIOR

Chia-yin Chang Kouji Kubo Keisuke Nishijima Yoneharu Fujita

Faculty of Engineering, Oita University
DannoHaru 700, Oita-shi, Oita 870-11, Japan

Emotion concerns frequently with decision making and motives of human behaviors. In this paper, we describe an analysis of emotion and an algorithm for simulating emotion and emotional behavior based on the analysis. As a case study, we describe the conditions and processes of arising "vexation" and "crying sour grapes" in the example fable "Sour grapes" and related data/knowledges from a viewpoint of simulations.

Furthermore, we investigate some relations of the simulation algorithm to ATMS.

1. はじめに

人間の思考・行動過程は、様々な要因により人間がある目標を持ち、この目標を達成するためにプランを作成することから始まる。このとき、選択可能なプランが複数得られることが多いが、目的達成の可能性や手間などの一般的な評価だけでは、どのプランを選択すれば良いかを評価することが困難な場合がある。このような場合に、人間は感情の要素を用いて評価することが多いと考えられる。また目標に対する行動が、なんらかの妨害によって阻止されることは、感情を誘発する直接の原因になる。そして、妨害物を排除しようとするときには怒りや攻撃の反応となり、排除できないときには悲しみや失望となる。妨害物が自分自身であると認識されるときには、様々な言い訳(正当化)を行おうとする。

本稿では、題材として、イソップ物語「きつねと葡萄」に基づき、擬人化された主人公きつねの思考・行動過程を用いる。

題材の物語は、主人公きつねが葡萄棚の葡萄を見つけて跳びつくが届かず悔しさのあまり「この葡萄は酸っぱいに違いない」と負け惜しみを言うものであるが、この物語における、きつねの行動のプラン作成、評価、実行、認識と悔しさの発生、および解消行動過程において必要な推論規則や知識などについて、シミュレーションの観点からの分析と記述法を述べる。さらに、全体として矛盾も含んでいる知識をATMS (Assumption-based Truth Maintenance System) により表現する方法について検討する。ATMSは、命題論理を基礎とするシステムであり、命題間の依存関係を表現できる。この性質を用いて知識ベースの状態を表現すると、知識ベースの状態変化を自動的に矛盾なく扱うことができるだけでなく、感情的行動の発生にも利用することができる。

2. 問題解決と感情

この節では、イソップ物語の主人公きつねが問題に遭遇して問題解決のプランニングから実行を経て、失敗したときの感情のシミュレーションの

全体について、おおまかに述べる。

まず、悔しさの発生と反応行動についてアンケート調査を行い分析した結果、次の結果を得た。

プランの失敗による悔しさの発生においては、一般的に以下のいくつかの条件がある。

(1) 実現の可能性の高いと考えていたプランが達成されなかったとき。

(2) 自分または自分に関係するものが他人に不当に低く評価されたと思われるとき。

これらをまとめ悔しさの発生条件について次の仮説を得た。

仮説：悔しさの発生

○自分または自分と同化度が高いものについて、自分の評価を正当と考えているとき、その評価より低く評価されたとき、その評価の下げにくさのパラメタがあり、評価を下げる時にこれに比例した悔しさが発生する。

○また、このパラメタは、正当と考えている程度(これをSCF：主観的確信度と呼ぶ)や性格により決まる。

○SCFは、過去にその評価値により評価したプランの成功率による。

また「悔しさ」に対する反応行動は、一次的な反応(顔をしかめる、声を発する、など)と二次的な反応(悔しさを解消する行動など)がある。ここでは特に二次的な反応を注目する。失敗による悔しさの解消行動としての負け惜しみは、次のようになる。

種別 | 典型的解消法

-----+-----

- | | | |
|------|--|----------------|
| ①発散 | | 八つ当たり、悪態 |
| ②忘却 | | 対象からの逃避、気を紛らす |
| ③正当化 | | 他者への責任転嫁、解釈の変更 |
| ④克服 | | 原因をなくすようにする |

シミュレーションの概略を次に示す。

状況：喉が大変渴いてる。葡萄を見つけた。

目標：葡萄棚の葡萄を取って食べる

プランモジュール：〈そのままでは届かない〉→

背伸びして取る∨登って取る∨

棒でたたき落として取る∨跳びついて取る

評価：〈背は届かない〉

←自分自身のモデルへ認識(木の高さ)

〈自分は木に登れない〉←自分自身のモデル

〈棒は見当たらない〉←認識(周りの存在物)

〈跳びつける〉←認識(葡萄の高さ) ≤

自分自身のモデル(跳躍力)

→「跳びついて取る」を選択実行

結果：なんども失敗→疲れてあきらめる

失敗処理：〈跳躍力の評価が過大であった〉∨

〈目測が間違っていた〉∧

$SFC(跳躍力) = 0.9 \wedge SFC(目測) = 0.98$

→跳躍力の評価値を下方修正

(下げにくさにより「悔しい」が発生)

解消行動は

①：〈発散：内部感覚[疲れている]〉→棄却

②：〈忘却：認識[葡萄が目前にある]〉∧

内部感覚[渴きがひどい]→棄却

④：〈克服：内部感覚[疲れている]〉→棄却

③：〈正当化：

「a. 喉を潤したい」→「b. 葡萄を取りたい」

→「c. 跳びついて取る」→「d. 失敗」

というプランの作成・評価・実行経過のどこかで転嫁または解釈変更が可能か見る。

c→d：[認識「足場が悪くない」が誤り]

〈認識は変更しにくい〉→棄却

b→c：[認識「跳びついて届く」が誤り]

〈悔しさの原因として使用〉→棄却

a→b：[葡萄が甘くない]

〈味は未確認〉→変更可能∧

〈酸っぱい葡萄→食べたくない

→取れないことが痛手でない〉

→「酸っぱいに違いない」とする

3. 知識ベース

思考・行動過程のシミュレーションを行うため

には、様々な知識を表現した知識ベースが必要となる。これらは、主人公の置かれた状況、経験によって異なるが、ここでは、物に関する知識、プランに関する知識、推論規則の知識、評価のための知識について述べる。

(1) プランモジュール：目標を持った行動をする
ときの問題解決の知識

プランモジュールは、

〈モジュール名〉〈引数スロットの並び〉

〈データスロットの並び〉

の形をしており、

〈データスロットの並び〉

は、

〈目標スロット〉〈格枠スロット〉

〈サブプランスロット〉〈実行条件スロット〉

の形をしている。〈実行条件スロット〉は、無い場合もある。〈格枠スロット〉は、このプランモジュールを自然言語で発話する場合の手がかりである。〈サブプランスロット〉は、実際の行動またはより詳細なサブプランの記述である。

喉が渇いているとき、葡萄棚の葡萄を見つけた状況で用いられる、葡萄を取って食べる方法についての知識を示す。

木になっている果物を取る(主体: x)

(目標: 果物を手に入れる、

格枠: 取る(主体: x, 対象: 果物(存在場所: 木)),

サブプラン:

or (背伸びして果物を取る(主体: x),

登って果物を取る(主体: x),

棒でたたき落として果物を取る(主体: x),

跳びついて果物を取る(主体: x)))

背伸びして果物を取る(主体: x)

(目標: 手に入れる(対象: 果物),

格枠: 背伸びして取る(主体: x, 対象: 果物)

サブプラン: . . .

実行条件: 背伸びして届く(主体: x, 対象: 果物))

登って果物を取る (主体: x)
 (目標: 手に入れる (対象: 果物),
 格枠: 登って取る (主体: x,
 対象: 果物 (存在場所: 木))
 サブプラン: seq (木に登る (主体: x),
 取る (主体: x, 対象: 果物))
 実行条件: 登れる (主体: x, 対象: 木) ∧
 存在する (主体: 果物, 場所: 木))

棒でたたき落として果物を取る (主体: x)
 (目標: 手に入れる (対象: 果物)
 格枠: たたき落として取る (
 主体: x, 対象: 果物 (存在場所: 木),
 道具: 棒)
 サブプラン:
 seq (たたき落とす (
 主体: x, 対象: 果物 (存在場所: 木),
 道具: 棒),
 拾う (主体: x, 対象: 果物))
 実行条件: 棒がある ∧ 棒が持てる ∧
 棒が届く (対象: 果物 (存在場所: 木)))

跳びついて果物を取る (主体: x)
 (目標: 手に入れる (対象: 果物)
 格枠: 跳びついて取る (
 主体: x, 対象: 果物 (存在場所: 木)),
 サブプラン:
 seq (跳びつく (主体: x,
 対象: 果物 (存在場所: 木)),
 取る (主体: x,
 対象: 果物 (存在場所: 木)))
 実行条件:
 跳びつける (主体: x,
 対象: 果物 (存在場所: 木)))

(2) 認識による物モジュール
 葡萄 (ID: 葡萄1, 種類: 果物, 存在場所: 木 (ID: 木1),
 高さ: 1.9 (単位: m))
 棒 (ID: y, 存在場所: u, 長さ: v, 重さ: w)
 ... 認識されていない

木 (ID: 木1, 種類: 植物, 存在場所: 庭 (ID: 庭1))
 足場 (ID: 足場1, 存在場所: 下 (基準: 葡萄1),
 状態: 良)

(3) きつねの自分自身に関する知識モジュール
 (自分のモデル)

きつね (ID: 自分,
 能力:
 [背伸びして届く高さ:
 1.2 (単位: m, SCF: 0.98),
 跳びつける高さ: 2 (単位: m, SCF: 0.9),
 登れる木. 太さ: 10 (単位: cm, SCF: 0.9),
 登れる高さ: 4 (単位: m, SCF: 0.9),
 走る速さ: 40 (単位: km, SCF: 0.8),
 視覚認識精度: 良 (SCF: 0.98)],
 生理状態: [渴き度: 強, 空腹度: 中,
 疲労度: 強, 眠気度: 弱],
 好き: [肉 (種類: 食物), 葡萄 (種類: 食物)],
 嫌い: [野菜 (種類: 食物), 人間 (種類: 動物),
 葡萄 (種類: 食物, 味: 酸っぱい)],
 恐い: [猟師 (種類: 人間), 火 (種類: 無生物),
 蛇 (種類: 動物)]
)

4. 悔しさ解消のアルゴリズム

4.1 悔しさ解消のモジュール

悔しさの解消行動のアンケート調査により、次のような一連のプランモジュール等が得られた。

(1) 悔しさ解消のプランモジュール

悔しさを解消する (主体: x)
 (目標: ストレス除去 (主体: x),
 格枠: 解消する (主体: x, 対象: 悔しさ)
 サブプラン:
 or (発散する (主体: x),
 忘却する (主体: x, 対象: 悔しさ),
 正当化する (主体: x,
 対象: 原因 (悔しさ)),
 克服する (主体: x,
 対象: 原因 (悔しさ)))
)

発散する(主体: x, 対象: y)
 (目標: 発散する(主体: x, 対象: y),
 格枠: 発散する(主体: x, 対象: y))
 サブプラン: if (y ∈ 悔しさ)
 then or (八つ当たりをする(主体: x),
 悪態をつく(主体: x)) fi)

八つ当たりをする(主体: x)
 (目標: 欲求不満を解消する(主体: x),
 格枠: 八つ当たりをする(主体: x, 対象: y),
 サブプラン: 暴力をふるう(対象: y),
 実行条件: 自分に害がない, 労力: 中)

悪態をつく(主体: x)
 (目標: 欲求不満を解消する(主体: x),
 格枠: 悪態をつく(主体: x, 被経験者: y)
 サブプラン: . . .
 実行条件: 分かる(主体: y, 対象: 言葉),
)

忘却する(主体: x, 対象: y)
 (処理: 記憶リストから消す(対象: y),
 実行条件: ~知覚できる(主体: x, 対象: y)
 V 関心度(主体: x, 対象: y) = 低))

正当化する(主体: x, 対象: z)
 (目標: 欲求不満を解消する(主体: x),
 格枠: 正当化する(主体: x, 対象: z (不満事項)),
 サブプラン: if (z = 原因) ∧ z (不満事項) = 失敗
 then 失敗を正当化する(主体: x)
 else fi)

失敗を正当化する(主体: x)
 (目標: 欲求不満を解消する(主体: x),
 格枠: 正当化する(主体: x, 対象: 失敗),
 サブプラン:
 seq (捜し出す(対象: プラン(状態: 失敗),
 from: 記憶, to: WM1);
 捜し出す(

対象: 部分(条件: 再解釈可能),
 from: プラン(loc: WM1),
 to: WM2);
 再解釈する(対象: WM2);
 表明する(対象: 再解釈結果)))

失敗の原因を克服する(主体: x)
 (目標: 失敗しないようにする(主体: x),
 格枠: 克服する(主体: x, 対象: 失敗),
 サブプラン:
 or (練習する(
 目的: 減らす(
 対象: 原因(対象: 失敗))),
 ))

(2) 推論知識
 これは、プランの評価等において用られる。

背伸びして届く(主体: x, 対象: y)
 ←高さ(主体: y) ≤
 能力. 背伸びして届く高さ(主体: x)

登れる(主体: x, 対象: y)
 ←木である(主体: y) ∧
 太さ(主体: y) ≥
 能力. 登れる木. 太さ(主体: x)

跳びつける(主体: x, 対象: y)
 ←高さ(主体: y) ≤
 能力. 跳びつける高さ(主体: x)

(3) 評価関数
 これは、プランの評価等に用いる関数である。
 自己評価値変更1 (ルール名: f, 評価値名: s,
 増減: d)
 if (d < 0 ∧ s.SCF(f) > 0.9) then
 put("悔しい", MS) fi;
 s := s + d; (MS: Mental State)
 実行評価1 (主体: x, プラン: p)

↓
・正当化
(負け惜しみ)

図4.2 正当化過程

4.4 SCF評価

SCFは次の図のような評価値の順序をもつ。

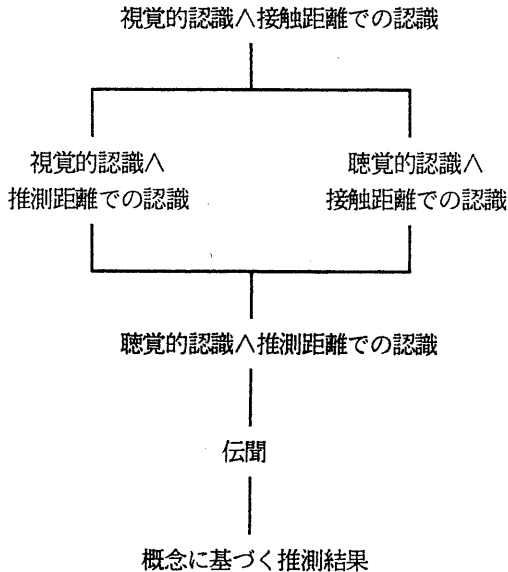


図4.3 SCF評価値

5. ATMSの利用

本節では、感情の発生と反応行動のシミュレーションのアルゴリズムへのATMSの応用について、失敗による悔しさの解消過程を例にとって検討する。

ATMSは、命題論理の事実集合と仮説集合とを入力とし、データの真偽値を管理するシステムである。各命題はnodeで表現され、各nodeは一般的に、

$\langle \text{datum}, \text{label}, \text{justifications} \rangle$

のように表現される。datumは命題(データ)の内容であり、labelはdatumの根拠となる仮説の集合からなり、justificationsは命題の根拠付けに用いられた正当化(理由づけ)の集合である。特に何の理由づけにも依存せずに成り立つ事実は前提(premise)と呼ばれる。環境が空でない限りその

命題は信じられており、それをbeliefと呼ぶ。任意の命題は仮説によりbeliefとなり、ATMSはjustificationを用いて他のbeliefを導き出す。もし、ある仮説が真でなくなる(即ち翻意)と、その仮説を前提としてbeliefとなっていた命題群はその知識ベースでは信じられなくなる。ATMSには、このため、推論結果がどの仮説や前提に依存するかの情報を保持している。これを利用して、悔しさ解消の「負け惜しみ」を発生させるメカニズムについて検討する。

5.1 ATMSによる悔しさ発生の表現

4.1節(2)で述べた、推論知識は、ホーン節の定義であり、含意「 $\leftarrow$ 」の右辺は前提部を、左辺は結論部を意味する。従って例えば「跳びつける」に関するホーン節は、「もし主体 y の高さが主体 x の『能力.跳びつける高さ』、より小さいか等しいならば、主体 x が対象 y に跳びつけることを信じる」ことを含意している。この含意により、前提部が成立した時点で結論部がATMSにより自動的に真となり、前提部が成立しなくなると、結論部も自動的に成立しなくなる。即ち、ATMSは前提部が成立しているかどうかを監視しており、システム全体としての状態の変更の無矛盾性を維持する。他の推論知識についても同様である。

ここでは、2節で述べてきたシミュレーションのサブプランの実行条件の評価をATMSを用いて表現する。

高さ(主体:葡萄)=1.9

能力.跳びつける高さ(主体:きつね)=2

により、推論知識「跳びつける」の前提が満たされ、プラン「跳びついて果物を取る」が実行される。実行に失敗して、跳びつけない($\equiv$ 跳びつける)という事実が推論エンジンより、ATMSに与えられたとすると

事実: $\sim$ 跳びつける(主体:きつね, 対象:葡萄)。

正当化: 跳びつける() $\wedge$ $\sim$ 跳びつける() $\rightarrow \perp$ 。

よって、 $\text{NOGOOD}\{\{\text{跳びつける(きつね, 葡萄)}, \sim\text{跳びつける(きつね, 葡萄)}\}, \{\text{跳びついて果物を取る}\}\}$

物を取る()}}となる。これは、justifications
「跳びつける」、の前提が間違っていたことにな
るので、

・跳躍力の評価が過大であった()

←跳びつける()。

・目測が間違っていた()

←跳びつける()。

のどちらかとなる。

すなわち、間違いの原因として、「高さ(主体:
y)<1.9(単位:m)」と、「能力.跳びつける高さ
(主体:x)≥1.9(単位:m)」と判断したという2種
の誤りの場合が考えられる。どちらにしろ、誤りで
あったと考えられる知識の修正は、認識あるいは
自分のモデルと矛盾する内容である。ここで、S
C Fの評価により、能力.跳びつける高さ(主体:
x)を1.8mに修正することになる。よって、NO
GOODデータベースには{能力.跳びつける高
さ(主体:x)<1.9m}}が加えられる。このとき、
新しい情報「能力.跳びつける高さ(主体:y)<1.
9m」を付け加えて、以下の正当化をATMSに送
る。

能力.跳びつける高さ(主体:x)<1.8m

高さ(主体:y)=1.9m

←跳びつける(主体:x,対象:y)。

これは、自分のモデルの下方修正プロセスを起
動し、修正プロセスに組み込まれた、修正対象デ
ータのSCF評価機構により悔しさを発生する。

5. 2 ATMSによる負け惜しみの発生

2章で述べた仮説により、きつねに悔しさが発
生する。この結果、悔しさ解消のプランが企画さ
れる。悔しさを解消するというのは、つまり、悔
しさが否定されれば良い、すなわち、「悔しい」
が導かれればよいという事である。ここで、「悔
しい」が成り立つ環境を調べてみると、

A: <葡萄が甘い,{A}},{(A)}>

B: <渴きを潤したい,{},{(0)}>

C: <跳びついて届く高さ=2.0m,{C}},{(C)}>

D: <葡萄の高さ=1.9m,{D}},{(D)}>

E: <葡萄を取りたい,

{A,B,C,D},{(A,B)}>

F: <葡萄に跳びつける,

{A,B,C,D},{(C,D)}>

G: <葡萄を取る,{A,B,C,D},{(E,F)}>

H: <葡萄を取るのに失敗した,{},{(0)}>

$H \wedge G \rightarrow \perp$

となっている。このことから、仮説、A、C、D
の内どれかをoutに(信念から除外)する必要が
生じ、Cをoutにする結果になり

I: <悔しい,{A,B,C,D},{(H)}>

となった。そこで、環境中で、前提Bと既にou
tにすることが決定しているCを除く仮説A、D
のどちらかを仮想的にoutにすれば、悔しさを
発生している「Cをoutにする」を避けること
ができる。このことから、負け惜しみ「酸っぱい
に違いない」が導かれる。

6. 終りに

失敗から「悔しさ」が「負け惜しみ」を言う例に
ついて、その心的過程をシミュレーションする場
合の論理的機構について述べた。さらに、「負け
惜しみ」の発生へのATMSの利用についても提
案した。

参考文献

- [1] 往住彰文:心の計算理論,東京大学出版社,
1991
- [2] 藤田米春:感情の分析とシミュレーション,日
本認知科学会第9回全国大会論文集,1992
- [3] 鈴木常彦,工藤隆司:中部電力における変電所
停電操作支援エキスパートシステム
——ATMSによる系統の状態表現,
UNISYS TECHNOLOGY REVIEW Vol.10 No.27,
Sep.1990, pp.51~62
- [4] 太田好彦,井上克己:ATMSを用いた前向き
仮説推論システムにおける効率的な推論方式
,人工知能学会誌 Vol.6 No.2, March, 1991
- [5] 田原育夫:認知情報処理,オーム社,1991