

## 手順型言語モデルと空間モデルによる

3D-4

## 認知地図モデルの実験的評価\*

三木 英夫, 乾 伸雄, 小谷 善行, 西村 恕彦  
 (東京農工大学 工学部 電子情報工学科)

## 1 はじめに

人は環境に対して「認知地図」[1]といわれる知識を持っている。この知識を使って人は望む場所へたどり着くことが出来るのである。

では、人はどのようにして認知地図の知識を使って目的地に向かうための道を決定しているのだろうか。

本稿では手順型言語モデルと空間モデルを使った認知地図モデルを提唱し、それを検証する実験をおこなった。

## 2 認知地図のモデル

迷路内で人は次のようにして行動していると考えることが出来る。

- (1) この道に至る行動について記憶する。
- (2) 現在地についての情報を獲得する。
- (3) 道を決定する。
- (4) 行動を記憶する。
- (5) 実際に行動する。

道の決定には二つの認知地図の情報を使っていると考えられる。それは手順型言語モデルと空間モデルの二つである [2]。

## 2.1 手順型言語モデル

手順型言語モデルの情報とは実際行動して獲得された情報のことである。以前にその場所で行動したことなどの経歴がその場所や道などと結びついて記憶されている。

step 1 選択された道でゴールにたどり着いた経験があるか調べる。あれば、その評価を行動の評価として終了。

step 2 選択された道を行っただけの経験があるか調べる。経験があればその評価を行動の評価として終了。

\*The Experimentally Evaluation of Cognitive Map Models based on Language Model of procedure and Spatial Model, Hideo MIKI, Nobuo INUI, Yoshiyuki KOTANI, Hirohiko NISIMURA  
 Tokyo University of Agriculture and Technology

step 3 以上の step で評価されないときは行動の評価を 0 にする。

手順型言語モデルでの評価

- 1 = 目的地にたどりつく
- 0 = 情報がないとき
- 0.7 = 来た道
- 0.9 = 行った道
- 1 = 行き止まり

## 2.2 空間モデル

空間モデルの情報はその場所や道についての地理的な情報である。その場所の相対的な位置や道の情報などである。

- (1) モデル k2a ゴールに近づくかで評価する。  
場所とゴールの直線と行動で選択される道で作られる角度を  $\cos$  でとった値を行動の評価とする。
- (2) モデル k2b 道順の通過地点に近づくかで評価する。評価は k2a と同じ。

## 2.3 行動モデル

手順型言語モデルと空間モデルの評価をどのように使って道を決定しているかを検証するために、次のようにモデルを提唱し、実験をおこなった。

- (1) 手順型言語モデルも空間モデルも使わない
  - (a) モデル 1 ランダム選択
- (2) 手順型言語モデルを使った行動モデル
  - (a) モデル 2  
手順型言語モデルで行動を評価して、最も高い評価の行動を選択する。
- (3) 空間モデルを使った行動モデル
  - (a) モデル 3a  
空間モデルのモデル k2a で行動を評価して、最も高い評価の行動を選択する。
  - (b) モデル 3b  
空間モデルのモデル k2b で行動を評価して、最も高い評価の行動を選択する。
- (4) 手順型言語モデルと空間モデルを使った行動モデル

## (a) モデル 4a

手順型言語モデルを主に、空間モデルのモデル k2a を補助的に使って各行動を評価する。

- i. 手順型言語モデルの評価が 1 なら評価を 1 と決定して終了。
- ii. 手順型言語モデルと空間モデルのモデル k2a で評価してモデル k2a の評価の値を半分にする。それぞれの評価の低い値を評価とする。

## (b) モデル 4b

手順型言語モデルを主に、空間モデルのモデル k2b を補助的に使って各行動を評価する。

- i. 手順型言語モデルが 1 なら評価を 1 と決定して終了。
- ii. 手順型言語モデルと空間モデルのモデル k2b で評価してモデル k2b の評価の値を半分にする。それぞれの評価の低い値を評価とする。

## (c) モデル 4c

手順型言語モデルと空間モデルのモデル k2b から各行動を評価する。

- i. 手順型言語モデルが -1 なら評価を -1 と決定して終了。
- ii. 手順型言語モデルと空間モデルのモデル k2a で評価して高い値をその行動の評価とする。

## (d) モデル 4d

手順型言語モデルと空間モデルのモデル k2b から各行動を評価する。

- i. 手順型言語モデルが -1 なら評価を -1 と決定して終了。
- ii. 手順型言語モデルと空間モデルのモデル k2b で評価して高い値をその行動の評価とする。

## 2.4 記憶について

人と計算機モデルを比較する実験において忘却を考えなければならない。そのことを次のようにして認知地図のモデルに実現した。

- 短期記憶として記憶できる数は  $7 \pm 2$ 。
- それぞれの情報の数がそれ以上になったのなら情報の忘却する。その確率は系列位置曲線に従う。
- 情報のリハーサル、この場合は同じことの学習、がある程度の回数となったら長期記憶となったとして忘却をしないとする。

## 3 実験

上で提唱した行動モデルを検証するために実験を行った。被験者は八人。迷路は四種類を十回ずつ解いてもらった。

- (1) 被験者に迷路を解かせ、その行動を観察する。
- (2) 次に、計算機モデルで人と同じように迷路を移動させて、認知地図を学習させる。そして、そのときどきの交差点でどの道を選ぶかを調べ、実際の人の行動と比較する。

## 4 結果

各モデルと人と実際の行動との比較の平均を下の表にまとめた。

迷路	m1	m2	m3a	m3b	m4a	m4b	m4c	m
1	0.42	0.55	0.51	0.46	0.57	0.65	0.55	0
2	0.40	0.57	0.72	0.71	0.72	0.72	0.76	0
3	0.45	0.72	0.84	0.81	0.82	0.80	0.84	0
4	0.39	0.49	0.43	0.48	0.55	0.54	0.52	0

モデル 4 のものが高い一致率を見せている。

迷路 1 と 4 では特に a、b のほうがより高い一致率になっている。迷路 2、3 ではモデル 2 よりモデル 3 のほうが高い結果となっているのは、迷路が単純一目的地の方向が前方であるとか、道のりが短い—であったため、人が手順型言語モデルより空間モデルを重視したからと考えられる。

上のことから、人は過去の経験である手順型言語モデルと空間的な情報を使う空間モデルの両方を使っていると考えることができる。モデルの使い方は、通常は手順型言語モデルを主として使い、空間モデルを副として使っている。だが、それも空間的に簡単な迷路では空間モデルを主として使うというように、そのときどきで使い分けられていると考えられる。

## 5 おわりに

人の認知地図の行動モデルを検証する実験をおこなった。その結果、人の行動モデルは手順型言語モデルを主とし、空間モデルを補助的に使っている事が予想できる。

## 参考文献

- [1] E.C.Tolman, Cognitive maps in rats and men, Psychological Review, 55, pp189-208, 1948.
- [2] 三木英夫, 二重符号化説による認知地図の実験, 第 46 回全国大会講演論文集, 2-329, 1993.