

効率的認知資源の利用に基づく記憶管理モデルの検証

5M-6

竹内 勇剛 三輪 和久
名古屋大学 人間情報学研究科

1 はじめに

これまでの認知心理学では、実証主義に基づき、実験で得られたデータとその統計的な解釈から、特定の現象を説明するモデルを提示し、そのモデルをまた別の実験によって検証するという実験中心の研究パラダイムが採られてきた^[1]。しかし、近年関心が寄せられている対話処理やマルチメディアなど人間の包括的な認知モデルを取り扱う場面では、このような従来の心理実験的アプローチによるだけでは、もでの検証が困難になる場合も少なくない。本研究では、談話理解を例に複雑な認知過程を経る仮説的な認知モデルの実証を、効率的な認知資源の利用の観点から計算機シミュレーションによってに基づいて行なう方法を提案し、その有効性を検討する。

2 認知資源の利用

認知資源とは、認知に関わる種々の心的機能の総体である。その心的機能の一つである注意資源に限界があることを想定することによって、複数の課題を同時に遂行しようとしたとき、課題の一方や双方の遂行が低下することを説明することができる。容量モデル^[2]では、注意は、入力情報の選択制御過程の1つではなく、種々の情報処理を發動し、実行するために必要な心的なエネルギー源とみなしている。ワーキングメモリの概念は、エネルギー源としての注意の概念をとり入れることによって、情報の処理機能と保持機能を兼ね備えたものとなっている。

Anderson は、人間の認知活動は、記憶や事物のカテゴリー化、日常推論、問題解決などの認知活動において、より低いコストでより高い achievement を志向するようにみえると述べている^[3]。

本稿で提案するモデル検証方法の基本的発想は、“最も効率的な認知資源の利用”という基準に基づいて、認知モデルのパラメータを規定することができるというところにある。

A Verification of Cognitive Model Based on an Assumption of Use of Rational Cognitive Resources
Yugo TAKEUCHI, Kazuhisa MIWA
Graduate School of Human Informatics, Nagoya University:
Nagoya, Aichi 464-01, Japan

3 認知モデル

本研究で素材として用いる認知モデルは、心理学的に想定されるワーキングメモリー (WM) における情報の記憶管理過程を記述したものである^[4]。本モデルでは、WM において認知資源を利用するために、

- (1) 情報を活性化するためのコスト (Pc)
- (2) 情報を保持するためのコスト (Kc)

の2つを必要とする。これらの関係はトレードオフであり、一方のコストが高くなると他方が低くなる。本モデルでは、 X がWMにて処理されることが可能な期間を設定し、この期間を保持可能期間とよぶ。この期間内では、 X はそのまま処理することができ、期間が過ぎると X は消去される。この場合の処理のためには、 X を再活性化しなければならない。つまり、保持可能期間が長ければ、保持のために必要なコストは高くなるが、活性化のためのコストは低く押えられる。一方、保持可能期間が短い場合には、状況は逆転する。 X の活性化と保持は、認知資源が利用できる保持可能期間によって、そのコスト総量が定義される。

4 計算機シミュレーション

本研究では、効率的な認知資源の利用の観点から、計算機シミュレーションによって次の事項について検証する。なお、モデルはフレームシステムの上に構築されている。

- (1) 保持可能期間
- (2) 記憶におけるデータ構造

すなわちWMにおける資源利用のためのコストが最小になるように(1)の値を求める。また、シミュレーションではWMにおいて情報を記憶する際のオブジェクトのデータ構造を、個々の属性情報がチャンキングした状態 (Fr) と個々の属性情報が独立した状態 (SI) の2種類について検証する。フレームシステムにおいて両者は、個々の属性情報がフレーム単位で処理される場合が Fr 、スロット単位で処理される場合が SI に

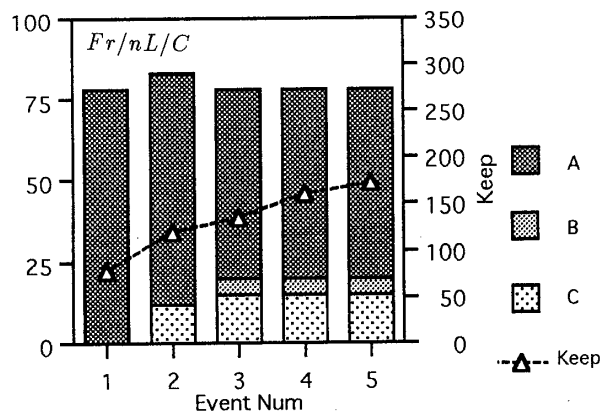


図1: 実行結果 (保持可能期間)

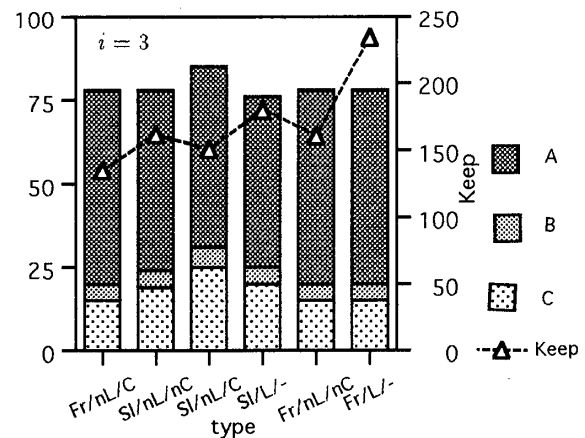


図2: 実行結果 (データ構造)

対応する。Frでは、チャンキングされた他の属性値の活性がチャンク全体(フレーム)の活性に影響する。さらにFrとSlそれぞれのデータ構造に対して、

- (a) 延長なし/中断
- (b) 延長なし/中断なし
- (c) 延長あり

の3種類の振舞いがある(合計6種類)。“延長”は、WMに記憶されているXに保持期間中に同じ情報が入力されたとき、その時点で残りの保持可能期間が初期化され、実質的にXの保持可能期間は延長されることになる。“中断”はX_nの情報と異なる情報が入力されたとき、新しいX_{n+1}にターゲットが移行することを示す。中断がなされない場合には、X_nはそのままその保持可能期間中保持される。

表1: シミュレーションパターン

		保持可能期間				
		1	2	3	4	5
Fr	延長なし/中断					
	延長なし/中断なし					
	延長あり/-					
Sl	延長なし/中断					
	延長なし/中断なし					
	延長あり/-					

これらに対して、保持可能期間が*i*{1,2,3,4,5} イベントであると仮定したときの6種類のシミュレーションを実行する(表1)。したがって、得られる結果は30個である。これらの結果から最も認知資源を利用する際にコストが低かったパターンにおける保持可能期間が、人間の認知過程において推定されるWMでの情報の保持可能期間であり、WMのデータ構造とその振舞いであることが予想される。

5 結果とまとめ

計算機シミュレーションの結果、(1) 保持可能期間が3イベントのとき認知資源を利用する際にコスト総量が最小になった(図1)。また、(2) を最小にするデータ構造とその振舞いは、フレーム型データ構造/延長なし/中断であった(図2)。図中のA,B,Cはイベントごとの活性パターンを表し、AはWMに新規にXを生成するときのコストを表し、Bはすでに生成されているXを再度活性化させるコスト、Cは連続して活性化するときのコストである。したがって、AからCの順に活性化のためのコストは小さくなると考えられる。このようにして、この認知モデルではこれらのパラメータ値をとることによって、人間の振舞いを表現することができるはずである。

ただし本研究で素材として用いた認知モデルは、心理学の注意研究での自動的処理にあたる作業におけるWMでの情報操作を表したものである。したがって、意識的処理を行なう場合には異なる挙動を示すはずであることには留意を必要とする。

今後の課題として、人間を対象とした心理実験を行ない、計算機シミュレーションで得られた結果が妥当なものであることを実証してゆく。

参考文献

- [1] 守一雄: 「認知心理学」, p.22-44, 岩波書店(1995)
- [2] Kahneman, D. *Attention and effort*. Prentice Hall (1975)
- [3] Anderson, J.R. *Rules of the mind*. p.13-14 Lawrence Erlbaum Associates (1993)
- [4] 竹内, 三輪: 一方向的な発話を実時間で理解する聞き手の認知モデル, 情報処理学会 第51回全国大会 pp.3-95,96 (1995)