Rocznik Naukowo-Dydaktyczny WSP w Krakowie

Zeszyt 169 *Prace Psychologiczne IV* 1996

LESZEK WRONA

Dedukcyjny i autokreacyjny model uczenia się

Dedukcyjne modele procesów psychologicznych straciły nieco na popularności w środowisku polskich badaczy głównie ze względu na wzrost zainteresowania problematyką osobowości, świadomości i inną o dużym stopniu ogólności. Nie bez znaczenia jest też upowszechnianie się zwyczaju analizowania danych empirycznych w oparciu o różnorakie metody analizy wielozmianowej. Analiza ta jest zastosowaniem współczesnych metod statystycznych. Niewątpliwą zaletą tych metod jest prostota teorii matematycznych leżących u ich podstaw i możliwość szerokich zastosowań do każdego typu danych. Prostota ta jest na tyle kusząca, że wydaje się zwalniać badaczy od wnikania w strukturę badanych zjawisk psychologicznych. Jeśli za kryterium udanych badań przyjmie się odpowiednio wysoki procent wyjaśnionej wariancji zmiennej zależnej, to proces badawczy wygląda na zakończony. Prowadzący badania może czuć się zwolniony z budowania teoretycznych koncepcji bądź też postulować teorię kształtu procesów psychologicznych, posługując się analogią do formalnych opisów abstrakcyjnych zjawisk wymyślonych na użytek prostoty teorii statystycznej. W istocie jednak procesy psychologiczne mają własną specyfikę i są, mam nadzieję, opisywalne w swoistych, psychologicznych kategoriach.

Proces uczenia się jest typowym obiektem badań, który można rozpracowywać, kierując się paradygmatami ateoretyczności bądź też czyniąc pewne założenia dotyczące specyfiki jego przebiegu. Oba podejścia mogą okazać się przesłanką do budowania dalszych koncepcji. W dalszej części rozważań postaram się pokazać możliwości wzajemnego przeformułowania opisu prawidłowości rządzących procesem uczenia się serii z konwencji psychologicznej na statystyczną i na odwrót, pod warunkiem wszakże, że konwencja psychologiczna jest podstawą opisu.

Uczenie się jest procesem dość łatwo poddającym się analizie statystycznej, gdyż jego przebieg da się przedstawić w postaci procesu stochastycznego (Wrona 1989), jeśli jesteśmy w stanie podać przekonywujące argumenty za taką właśnie istotą omawianego procesu. Argumenty takie podać nie trudno zważywszy na dotychczasowy dorobek teoretyków uczenia się, których klasyczne pozycje przytaczam w opracowywaniach na ten temat (Wrona 1989). Badania pokazują, że już proces kodowania informacji po jednorazowej ekspozycji nie ma charakteru deterministycznego. Proporcja prób uwieńczonych sukcesem w postaci zapisu danej informacji w magazynie pamięci jest z reguły mniejsza od jedności. Skłania to do przyjęcia założenia, że fakt zapisu informacji lub braku takiego zapisu da się ująć w kategoriach probabilistycznych. Zgodnie zatem z proponowaną konwencją przyjmijmy oznaczenia:

$P(z) = p$ – prawdopodobieństwo zapisu danej informacji w pojedynczej próbie
$P(\bar{z}) = q$ – prawdopodobieństwo braku zapisu danej informacji w pojedynczej próbie
$P(f) = c$ – prawdopodobieństwo wymazania danej informacji w danej próbie

Bliższego wyjaśnienia wymaga ostatnie oznaczenie. Wymazywanie informacji może następować wstecznie (retroakcja) bądź „w przód" (proakcja). Zakładam, że proakcja następuje nawet wtedy, gdy jakaś próba okazała się jałowa, czyli nie zakończyła się zapisem informacji. Już te bardzo ogólne i zgodne z wynikami wieloletnich badań założenia wystarczą do zbudowania modelu przebiegu uczenia się w postaci jednej z możliwych funkcji. Wystarczy jedynie odpowiedzieć na pytanie, jakie jest prawdopodobieństwo zdarzenia, że w żadnej kolejnej próbie, poczynając od pierwszej, dowolny aczkolwiek ustalony element serii nie zapisze się w magazynie pamięci. W próbie pierwszej prawdopodobieństwo to wynosi q. Jeśli zgodnie z założeniem, poszczególne zdarzenia włącznie z wymazaniem z pamięci są niezależne, to w drugiej próbie:

$$P(\bar{z}\,\bar{z}) = q^2 \tag{1}$$

$$P(\bar{z}\,f) = qc \tag{2}$$

Zatem prawdopodobieństwo f_i braku zapamiętania informacji w i-tej próbie wynosi dla pierwszej próby:

$$f_1 = q \tag{3}$$

dla drugiej próby:

$$f_2 = q^2 + q\,c = q(q + c) \tag{4}$$

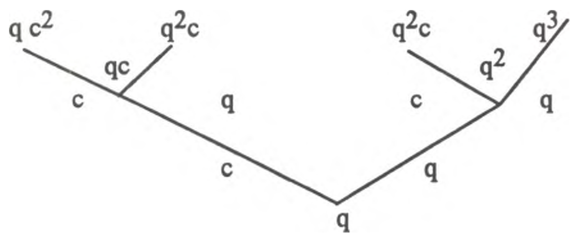
oraz dla dowolnej próby:

$$f_i = q(q + c)^{i-1} \tag{5}$$

co łatwo dowieść metodą indukcji.

Opisany proces stochastyczny można przedstawić za pomocą dendrytu (rys. 1) ilustrującego efekty trzech pierwszych prób.

Rys. 1. Dendryt uczenia się



Dla omawianych prób istnieje rozkład czterech wyników doświadczenia o prawdopodobieństwach będących iloczynami wartości przypisanych kolejnym łukom każdej gałęzi drzewa. Łatwo sprawdzić, że suma składników rozkładu nie równa się q, albowiem analizie podlega jedynie uczenie się rozpoczynające się od porażki (brak zapisu pamięciowego) oraz pominięte są niezgodne z założeniem składniki rozkładu. Istotną zaletą przedstawionego modelu jest możliwość oszacowania wartości „c", jako stałego wskaźnika zapominania w trakcie uczenia się. Wystarczy jedynie na podstawie eksperymentu oszacować:

$$V = q + c \tag{6}$$

a wtedy szukany wskaźnik wyraża się wzorem:

$$c = V - q \tag{7}$$

Należy zwrócić uwagę, że warunkiem stosowalności wzoru jest wymóg, by wartość „q" była mniejsza od jedności, a większa od zera. Zerowanie się „q" oznacza zapis pamięciowy w jednej próbie, natomiast osiągnięcie przezeń wartości jeden wskazuje na brak uczenia się. Oszacowania wartości „c" można dokonać na dwa sposoby. Pierwszy odwołuje się do danych empirycznych i daje dość dobre przybliżenia dla większych grup badanych. Punktem wyjścia jest tu wybór numeru próby przedostatniej w ciągu. Numer ten oznaczamy przez „i – 1". Wtedy:

$$v = \sqrt[i-2]{\frac{f_{i-1}}{q}}$$

stąd

$$f_{i-1} = q\, v^{i-2} \tag{8}$$

a zatem

$$c = \sqrt[i-1]{\frac{f_{i-1}}{q}} - q \tag{9}$$

Drugi sposób można skonstruować posługując się autokorelacyjnym modelem uczenia się. Na podstawie danych empirycznych wyznacza się współczynniki autoregresji pierwszego rzędu „b” i „a” oraz wielokrotnie stosuje się równanie autoregresji do efektu uczenie się uzyskanego po pierwszej próbie f_1. Otrzymujemy zatem następujące rozwinięcie (Box, Jenkins 1983):

$$f_1 = q$$

$$f_2 = bq + a$$

$$f_3 = b(bq + a) + a = b^2 q + a(1 + b)$$

oraz ogólnie

$$f_1 = b^{i-1}\, q + a(1 + b + b^2 + \ldots + b^{i-2})$$

Ale z uwagi na to, że składnik w nawiasie jest szeregiem potęgowym o sumie częściowej

$$s_i = \frac{1 - b^{i-1}}{1 - b}$$

otrzymujemy

$$f_1 = b^{i-1}\, q + a\frac{1 - b^{i-1}}{1 - b} \tag{10}$$

Gdyby proces uczenia się serii był ściśle stacjonarnym procesem stochastycznym to wówczas współczynnik „a” byłby równy zero. Zatem współczynnik regresji „b” byłby równy c + q. Jednak łatwo pokazać, że im bardziej ciąg wyników zbliża się do monotoniczności tym bardziej współczynnik „a” zbliża się do zera. Do wysokich współczynników autokorelacji (powyżej 0,9) „a" jest praktycznie równy zero. Skoro jednak:

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

to w takim razie:

$$b = \frac{\bar{x}}{\bar{y}} = V$$

gdzie $\bar{X}$ i $\bar{Y}$ oznaczają odpowiednie średnie w tabeli autokorelacji pierwszego rzędu.

Tabela 1

Oszacowanie dedukcyjne i autokorelacyjne wyników uczenia się serii (N = 62)

Nr próby	Dana f_1 z obserwacji	$f_i = q\,v^{i-1}$ $V = \frac{\bar{x}}{\bar{y}}$	$f_{i-1} = g\,v^{i-1}$ $V = \sqrt[i-2]{\frac{f_{i-1}}{q}}$	$f_1 = b^{i-1} q + a \frac{1-b^{i-1}}{1-b}$
1	0.136	0.136	0.136	0.136
2	0.058	0.076	0.085	0.065
3	0.045	0.042	0.053	0.053
4	0.028	0.023	0.033	0.018
5	0.013	0.013	0.021	0.012
6	0.013	0.007	0.013	0.009
7	0.008	0.004	0.008	0.0075
8	0.005	0.002	0.005	0.0068
9	0.000	0.001	0.003	0.0066

Dla celów praktycznych wydaje się być sprawą obojętną przyjęcie któregokolwiek z oszacowań przedstawionych parametrów. Tabela pokazuje wyniki uczenia się serii 12 bodźców, figur geometrycznych, i kolejne przybliżenie trendu danych empirycznych. Trudno rozstrzygnąć, które z tych przybliżeń jest dokładniejsze, lecz łatwo zauważyć, że połączenie modelu dedukcyjnego i autokorelacyjnego (kolumna 3) daje rozwiązanie równie dokładne jak rozwiązanie konkurencyjne (kolumny 4 i 5). Połączenie takie posiada jeszcze inną, wcześniej wspomnianą zaletę – pozwala dość dokładnie oszacować wskaźnik zapominania w trakcie uczenia się, co byłoby trudne do wykonania w oparciu wyłącznie o dane empiryczne.

Bibliografia

Atkinson R.C., Bower C.H., Crothers R.J., *An Introduction to Mathematical Learning Theory*, New York – London – Sydney 1965

Box G.E.P., Jenkins G.M., *Analiza szeregów czasowych*, Warszawa 1983

Coombs C.H., Daves R.M., Tversky A., *Wprowadzenie do psychologii matematycznej*, Warszawa 1977

Cofer C.H., *Structure of Human Memory*, San Francisco 1976

Estes W.K., *Learning, Memory and Intelligence*, [in:] *Handbook of Human Memory*, (ed) R.Sternberg, Cambridge 1984

Harvis E.L., Lemke E.A., Rumery R.E., *Generalized Learning Curves their Ability and Personality Correlates*, Multivariate Behavior Research 1974

Klatzky R., *Human Memory. Structures and Processes*, San Francisco 1980

Konorski J., *Integracyjna działalność mózgu*, Warszawa 1969

Meger D.E., *The Organisation of Prose and its Effect on Memory*, Amsterdam 1975

Norman D.A., *Memory and Attention. An Introduction to Human Information Processing*, New York 1976

Nosal C., *Mechanizmy funkcjonowania intelektu, zdolności, style poznawcze, przetwarzanie informacji*, Wrocław 1979

Restle F., *Axiom a Theory of Discrimination Learning*, Psychometrika 1955

Wrona L., *Uczenie się serii jako proces stochastyczny*, Rocznik Naukowo-Dydaktyczny, Prace Psychologiczne II, z.120, Wyd. Nauk. WSP, Kraków 1988

Wrona L., *Wpływ skojarzeń wewnątrzseryjnych na przebieg uczenia się serii*, Rocznik Komisji Nauk Pedagogicznych PAN, Wrocław 1989

LESZEK WRONA

Deductive and Autocorrelative Model of Learning

S u m m a r y

Process of memory coding in conditions which make transformation of information difficult could be describe by three processes: memory recording, the lack of recording, the loss of information.

Recording is possible only if adequate memory address is free and open. Theoretical curve of learning describing process mentioned above assumes the shape of geometrical distribution with parameters based on empirical estimation.

We obtain similar result matching chronological sequence based on first-step autocorrelation to the data. This sequence slightly more correctly fits to empirical data but has only practical value because of basic doubts in its theoretical justification.

ЛЕШЕК ВРОНА

Дедуктивная и автокорреляционная модель учения

Резюме

Ход кодирования информации в памяти в условиях трудных для переработки данных можно представить при помощи трех процессов: записи в памяти, отсутствия записи, изглаживания или потери информации. Запись осуществляется только тогда, когда соответствующий адрес в памяти является свободным и открытым. Теоретическая кривая учения, представляющая приведенный выше ход, имеет форму геометрического распределения с эмпирически найденными параметрами. Подробный результат получаем приспосабливая к данным хронологический ряд, опираемый на автокорреляцию первого ряда. Этот ряд точнее соответствует эмпирическим данным, но имеет только практическое значение из-за серьезных сомнений касающихся его теоретического обоснования.