

## МОДЕЛ НА АДАПТИВЕН ОПЕРАТИВЕН СИСТЕМ

Ѓорѓи Јованчевски и Стево Божиновски

Во текстов е презентираан оригинален пристап за решавање на проблемот на нагодување на сметачки системи на работната околина. Поставен е модел на адаптивен оперативен систем, кој врши нагодување на сметачкиот систем на околината врз база на теоријата на адаптивни системи и теоријата на учење и препознавање облици. Валидноста на пристапот е потврдена на конкретен сметачки систем.

### 1. Вовед

Основна цел и задача на секој сметачки центар е навремено задоволување на корисничките барања. Сите кориснички барања (програми, податоци и наредби), го прават работното оптоварување на системот. Зголеменото работно оптоварување и ограничените хардверски ресурси се причина за ниските перформанси на системот. Подобрување на перформансите на еден систем може да се врши хардверски (со додавање на хардверски ресурси) или софтверски (со измени во оперативниот систем или измени во корисничките програми). Софтверските измени често се нарекуваат нагодување [9].

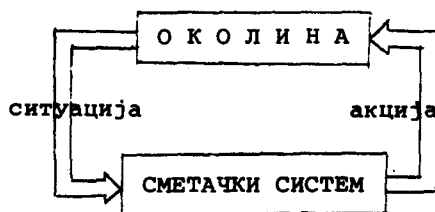
Под нагодување на сметачкиот систем се подразбира периодично дотерување (прилагодување) на работата на оперативниот систем на сметачот, на промените на работното оптоварување од околината. Периодот на нагодувањето може да биде од неколку милисекунди, па до месеци или години, во зависност од начинот на нагодување [8]. Сите познати начини на нагодување имаат заедничка карактеристика, што при нагодувањето се делува само на еден параметар на системот. На пример: се спречува преполнувањето на оперативниот систем со ограничување на степенот на мултипрограмирање [2], [22]; се менуваат приоритетите на одредени класи задачи во текот на нивното извршување [21]; се менува големината на сегментите [19]; се ограничува полнењето на брзите мемориски уреди со префрлување на задачите на побавни [20] итн.

Во овој труд ние предлагаме еден нов пристап во нагодување на сметачките системи на работната околина, мотивиран со трудо-

вите [3], [4], [5] и [6], а базиран на теоријата на адаптивни системи [5] и теоријата на препознавање на облици [15], [17]. Во него, за разлика од нам познатите пристапи, нагодувањето го вршиме со делување на повеќе параметри на системот, кое зависи од моменталната ситуација во работната околина.

## 2. Поставување модел на адаптивен оперативен систем

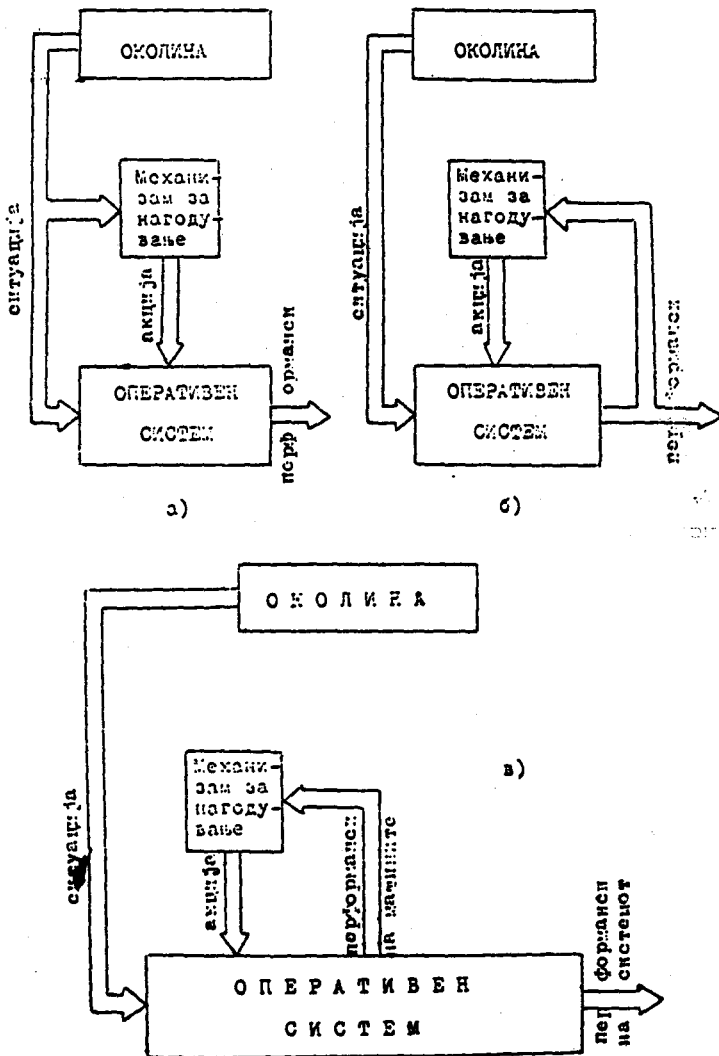
Оперативните системи [1], [16] се така дизајнирани да можат да работат во различни средини. Во оние средини, во кои сметачкиот систем е повеќе дотеран на работното оптоварување, ист оперативен систем ќе даде подобри перформанси. Меѓутоа, работното оптоварување може да биде често пати доста динамично. Во тој случај треба да се врши често дотерување на системот, односно често адаптирање на околината. Значи, сметачкиот систем можеме да го разгледуваме како еден адаптивен систем, чие однесување не може да се разгледа одвоено од околината во која работи [5]. Од една страна, ситуацијата во работната околина делува на перформансите на системот, кој пак, од друга страна, за да ги поправи нив треба да делува на ситуацијата во околината со некоја акција на адаптација, сл. 1.



Сл. 1. Концепт на адаптивен сметачки систем

Процесот на адаптација - нагодување на сметачкиот систем, може да се автоматизира тоа да го врши самиот систем. За таа цел се користат самонагодувачки механизми [8], кои ги има три вида: со контрола напред, со повратна контрола и хибридни, сл. 2. Во нашиот концепт на адаптивен сметачки систем ќе го користиме хибридниот модел на самонагодувачки механизам.

Како адаптивен систем на сметачот му е потребен сензор со кој ќе собира сигнали за однесувањето на околината. Таков сензор ќе биде некој монитор [18], кој ќе собира податоци за прес-



Сл. 2. Самонагодувачки механизми: а) со спрега напред, б) со повратна спрега и в) хибридна

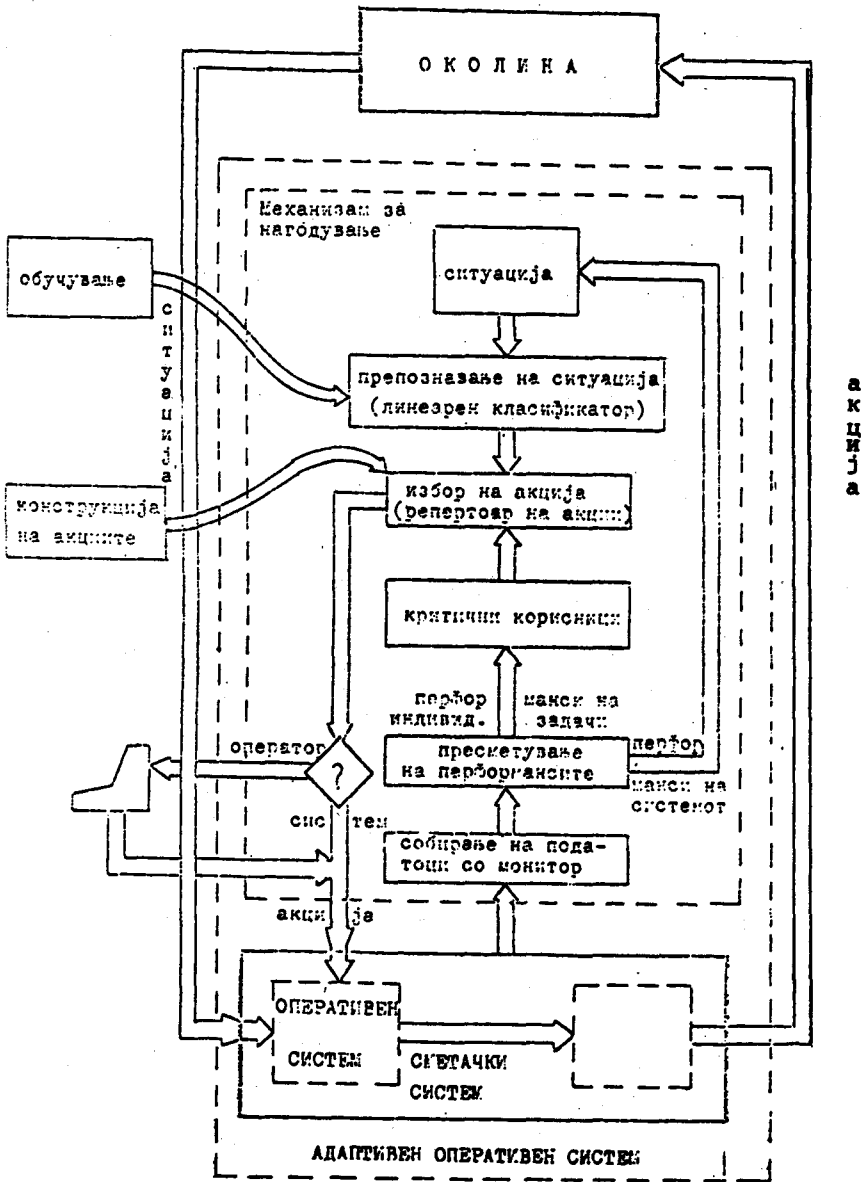
метување на перформансите на системот. Перформансите ќе бидат тие сигнали, преку кои системот ќе ја посматра ситуацијата во околината, бидејќи промената на перформансите ја следи промената на ситуациите во околината.

Во околината на сметачкиот систем се јавуваат различни ситуации. Сите нив (водејќи сметка за сличноста меѓу нив), можеме да ги класифицираме во одреден број класи. Користејќи ги техниките на учење [3], [4], можеме да го обучиме оперативниот систем на сметачот да ги препознава сите ситуации, која во која класа припаѓа. Тоа ќе го направиме со конструкција на еден линеарен класификатор [17], [15], кој ќе биде способен секоја ситуација правилно да ја класифицира во соодветната класа.

Нагодување на сметачкиот систем на околината ќе врши оперативниот систем, со соодветни акции на нагодување. Со препознавање на ситуацијата во работната околина, оперативниот систем ќе избере најзгодна акција на нагодување за најдената ситуација од еден репертоар на акции на нагодување, со кој ќе биде опремен системот, сл. 3. Акциите на нагодување се составени од елементарни системски рутини.

Објекти на акциите на нагодување ќе бидат алгоритмите на управување со ресурсите. Нема да вршиме внатрешни измени во алгоритмите, туку ќе вршиме надворешно влијание на нивната работа. Со тоа влијаеме на работата на оперативниот систем, со цел тој да изврши подобро разделување на ресурсите, во зависност од ситуацијата во работната околина. Со други зборови, вршиме измени во редоследот и количеството на доделените ресурси, во зависност од најдената ситуација во околината, која го изразува користењето на ресурсите од страна на корисниците во блиското минато.

Нагодувањето на сметачкиот систем на околината го врши неговиот оперативен систем; затоа, поставениот модел го нарекуваме модел на адаптивен оперативен систем, сл. 3.



Сл. 3. Модел на адаптивен оперативен систем

### 3. Реализација на моделот на адаптивен оперативен систем

Поставениот модел на адаптивен оперативен систем е реализиран на сметачкиот систем IBM 4331, кој работи под оперативниот систем VM/SP [11].

Собирање на податоци за работата на сметачкиот систем се врши обично со некој софтверски монитор [18], [7], [13], [10]. Овој систем располага со свој монитор - VM/M.

Надгледување (снимање) на ситуациите во околината на системот е вршено подолго време и се најдени над 300 различни ситуации. Со анализа на тие ситуации, најдено е дека тие можат да се класифицираат во 48 класи. За препознавање на ситуациите, конструиран е линеарен класификатор [17] - адаптивна асоцијативна матрица [15]. За неговото обучување се земени 79 нормализирани ситуации. Обучувањето е вршено со концептот на учење по пат на стимул [3], [4]. Процесот на обучување траеше околу еден час при средно оптоварен систем, а тежинските вектори се добиени во 15074 чекори на обучување, сл. 4.

Акциите на нагодување се конструирани со згодна комбинација на елементарните акции на нагодување со кои располага овој систем [12], [13]. Јачината на секоја акција на нагодување, односно бројот на елементарните акции од кои е составен и јачината на секоја елементарна акција, е условена од векторот на ситуацијата.

### 4. Експериментални резултати

За проверка и потврда на предложениот пристап за нагодување на сметачки систем и функционирање на моделот на адаптивен оперативен систем, извршени се повеќе експерименти. Ќе објасниме еден од нив.

Земена е случајна состојба во сметачкиот центар кога работат неколку (во овој експеримент четири) виртуелни машини. Работата на машините не ни е позната. Активноста на сметачкиот систем е снимана во одреден временски интервал и е поделена во три ситуации. Во сите три ситуации се мерени индикаторите на машините (сл. 6) и индикаторите на системот (сл. 5). Експериментот е вршен во два дела. Во првиот дел не се врши никакво наго-

дување, а во вториот дел се врши нагодување со одредени акции (акција 1 и акција 2), за подобрување на ситуацијата (ситуација 1 и ситуација 2, респективно). Битна карактеристика на експериментот е таа, да во двата дела се постигне иста почетна ситуација (ситуација 1), (сл. 5). Понатамошниот развој на ситуациите, без и со нагодување се гледа од сл. 5 а) и сл. 5 б), а ефектот од нагодувањето е претставен на сл. 5 в). На сл. 5 в) триаголниците со полна линија се помали од оние со испрекинатата линија, што покажува дека чекањето за главните ресурси (процесорот, меморијата и страницето) е битно смалено кога е извршено нагодувањето врз посматраните виртуелни машини. Главниот индикатор RAI (Resource Availability Index) видливо е зголемен. Идеално би било кога четириаголниците би биле впшани квадрати. Во тој случај секое корисничко барање би било задоволено без чекање.

Подобрувањето на ситуацијата 2 со нагодување, во однос на истата без нагодување, изнесува 37%, а на ситуацијата 3 изнесува 14%.

## 5. Заклучок

Во областа на оперативните системи најмногу се применуваат техниките на масовно опслужување. Овој труд претставува обид за примена на техниките од областа на вештачката интелигенција како што се: техниките на обучување, адаптација и препознавање на облици, за нагодување на сметачки систем. Конструиравме модел на адаптивен оперативен систем, кој го обучивме да ја препознава ситуацијата во околината на сметачкиот систем и да врши негово правовремено адаптирање на неа, со цел да не дојде до паѓање на перформансите на системот. Оперативниот систем го постигнува тоа со издавање на соодветни акции на нагодување, кои ги избира од еден репертоар на акции со кои е снабден. Изборот на акциите го прави врз база на својата база на знаење која ја добил во процесот на обучување.

Идејата на овој пристап е да се конструира интелигентен самообучлив оперативен систем, кој ќе се обучува со секоја новосретната ситуација во околината на сметачкиот систем и ќе изградува соодветна акција на нагодување.

## ТЕЖИНСКИ ВЕКТОРИ

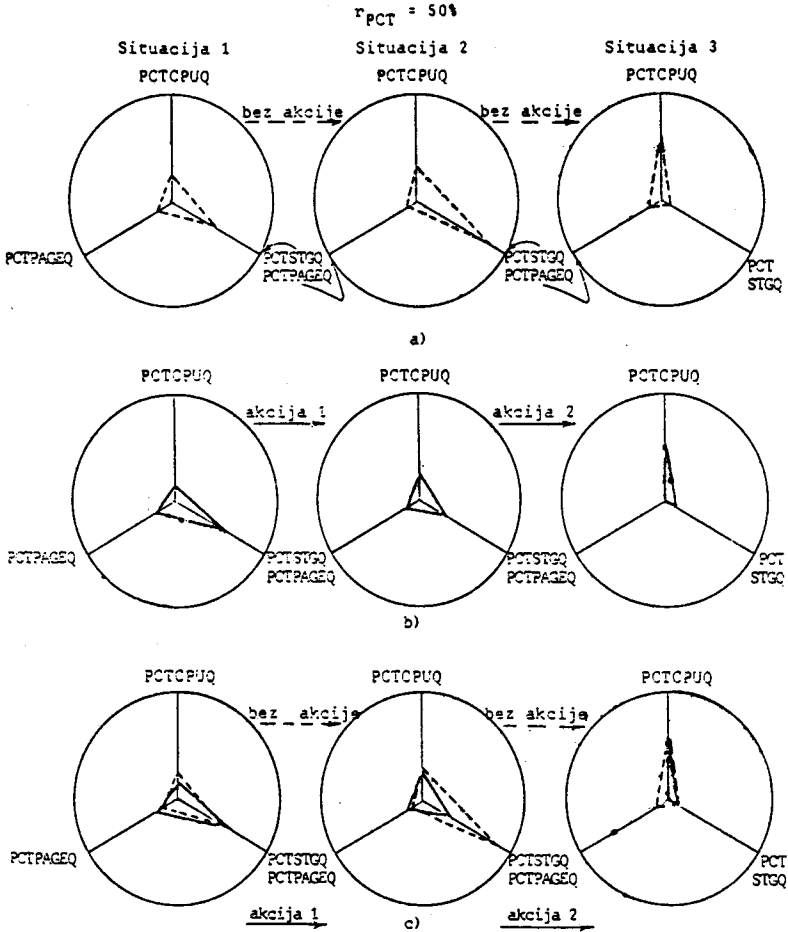
W(I, J)

J	1	2	3	4
I				
1	0	0	0	629
2	0	0	578	578
3	0	0	770	385
4	571	0	0	571
5	0	0	813	271
6	0	628	0	628
7	760	0	0	380
8	0	532	532	532
9	456	0	695	456
10	519	519	0	519
11	0	836	0	418
12	813	0	0	271
13	0	349	786	349
14	0	780	390	390
15	682	0	583	341
16	386	772	0	386
17	740	370	0	370
18	568	425	425	425
19	0	894	0	298
20	832	0	0	208
21	0	614	674	307
22	0	867	289	289
23	741	0	558	247
24	289	867	0	289
25	622	622	0	311
26	419	339	678	339
27	442	700	350	350
28	0	916	0	229
29	840	0	0	168
30	0	771	538	257
31	215	916	0	215
32	508	762	0	254
33	815	263	0	263
34	746	484	0	242
35	347	596	596	298
36	315	834	278	278
37	0	925	0	185
38	0	908	209	209
39	366	865	0	183
40	651	639	0	213
41	275	750	500	250
42	263	888	222	222
43	0	930	0	155
44	0	836	475	187
45	522	780	0	166
46	231	828	414	207
47	251	910	182	182
48	223	870	348	174

БРОЈ НА ЧЕКОРИ: 15074

Сл.4. Тежински вектори на линеарниот класификатор

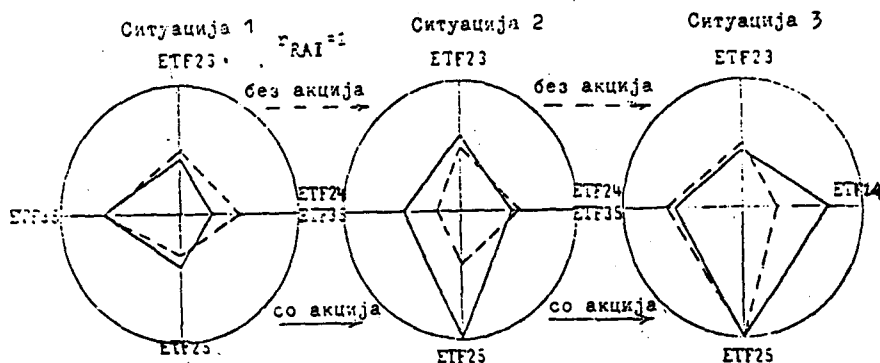




Сл. 5. Промена на ситуациите: а) без нагодување, б) со нагодување, в) ефект на нагодувањето

Табела

		ETF23		ETF24		ETF25		ETF35		средни вредности	
		не	да	не	да	не	да	не	да	не	да
<b>нагодување</b>											
<b>индикатори</b>											
1 С и т у а ц и ј а	RAI	0.50	0.43	0.49	0.29	0.33	0.40	0.66	0.67	0.49	0.45
	CPU	17	14	17	14	17	0	0	0	13	7
	STG	33	43	17	29	33	60	0	0	21	33
	PAGE	0	0	0	14	17	0	17	33	8	12
	IO	0	0	17	14	0	0	17	0	8	3
Вкупно просечно чекање		12	14	13	18	17	15	8	8	12	14
<hr/>											
2 С и т у а ц и ј а	RAI	0.50	0.58	0.50	0.43	0.40	1.00	0.20	0.49	0.40	0.68
	CPU	0	14	33	43	0	0	40	0	28	14
	STG	33	14	17	0	60	0	40	25	37	10
	PAGE	17	14	0	0	0	0	0	13	4	7
	IO	0	0	0	14	0	0	0	13	0	7
Вкупно просечно чекање		13	10	13	14	15	0	20	13	15	9
<hr/>											
3 С и т у а ц и ј а	RAI	0.49	0.43	0.28	0.71	1.00	1.00	0.66	0.57	0.61	0.68
	CPU	33	43	29	29	0	0	33	14	25	21
	STG	13	14	0	0	0	0	0	0	3	3
	PAGE	0	0	14	0	0	0	0	0	3	0
	IO	0	0	29	0	0	0	0	29	7	7
Вкупно просечно чекање		13	14	18	7	0	0	8	11		8



Сл. 6.Подобрување на ситуациите со нагодување

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Anderson D.A.: Operating systems, Computer, June 1981
- [2] Badel M.: Adaptive optimization of a time-sharing systems performance, Proc. IEEE 63, 6(june), 958-965
- [3] Božinovski S.: A self-learning system using secondary reinforcement in R. Trappl (Ed.), Cibernetics and systems research, North Holand, 1982
- [4] Božinovski S.: Teaching space: A representation concept for adaptive pattern classification, COINS Technikal Report 81-82, University of Massachusetts, Amherst, 1981
- [5] Božinovski S.: Adaption and Training: A Viewpoint, AUTOMATIKA 26 (1985), 3-4, 137-144, Zagreb, 1985
- [6] Božinovski S.: A Representation Theorem for Linear Pattern Classifier Training, IEEE Transactions on systems, man, and cybernetics, Vol. SMC-15, No 1, Januar/Februar, 1985
- [7] Callaway P.H.: Performance measurement tools for VM/370, Systems Journal, V. 14, No 2, 1975
- [8] Ferrari D.: Computer systems performance evaluation, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J. 1978
- [9] Ferrari D.: Measurement and tuning of computer systems, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J. 1983
- [10] IBM: Virtual machine vacility (370 performance) monitor analysis (VMAP), Program Number 5798-CPX
- [11] IBM: Introduction, GC 19-6200
- [12] IBM: System Programer's Guide, SC 19-6203
- [13] IBM: Operator's Guide, SC 19-6202
- [14] Jovančevski D.: Model adaptivnog operativnog sistema, magistarski rad, Elektrotehnički fakultet Zagreb, 1987
- [15] Kohoen T.: Associative memory: A system theoretic approach, Springer Verlag, 1977
- [16] Madnik S.E., Donovan J.J.: Operating Systems, Mc Grow-Hill, 1974
- [17] Nilsson N.J.: Learning Machines, Mc Grow-Hill, 1965
- [18] Nutt J. Gary: Computer Monitors, Computer, November, 1975
- [19] Reddy Y.V.: Experimental evaluation of a multiprogrammed computer system, West Virginia University
- [20] Schatzoff: System performance measurement and tuning
- [21] VAX: Software handbook
- [22] Wilkes M.V.: Automatic load adjustment in time-sharing systems, Proc. ACM-SIGOPS, Harvard University (April), 308-320

## A MODEL OF AN ADAPTIVE OPERATING SYSTEM

G. Jovančevski and S. Božinovski

## S u m m a r y

An original approach to solve the problem of computer system tuning is presented in this work, based on the pattern recognition theory, learning theory and adaptive systems theory. The computer system is considered as an adaptive system which, given a situation (workload) in the user environment, performs an tuning action (set of system routines) from its action repertoire. Verification of the proposed approach is realized on a real operating system.