

EÖTVÖS LÓRÁND TUDOMÁNYEGYETEM
TERMÉSZETTUDOMÁNYI KAR

DR. GYARMATI PÉTER

**ADAPTÍV VEZÉRLÉSEK OPERÁCIÓS
RENDSZEREKBEN.**

A D I O S

BUDAPEST, 1981.

ADAPTÍV VEZÉRLÉSEK OPERÁCIÓS RENDSZEREKBEEN.

Tartalomjegyzék

1	BEVEZETÉS.	7
2	AZ ADAPTÍV IRÁNYÍTÁS MODELLJE	9
2.1	Szabályozáselméleti motivációk	9
2.2	Az optimalitás kritériuma	10
2.3	Az adaptáció folyamata és algoritmusai	11
3	AZ ADAPTÍV IRÁNYÍTÁS ALKALMAZÁSA	14
3.1	A rendszer-teljesítmény definíciója	14
3.2	Megelőző munkák	15
3.3	Az alapmodell és funkciói	17
3.3.1	Az identifikációs (mérési) lépés	18
3.3.2	A döntési (adaptív vezérlési) lépés	20
3.3.3	Az optimalizálási (beavatkozási) lépés	20
3.4	Az alapmodell vizsgálata	21
3.4.1	Az adaptív vezérlés folyamata	21
3.4.2	A mérés problémái	24
3.4.2.1	A mintavételes átlag	28
3.4.2.2	Az utolsó N esemény átlag	28
3.4.2.3	Az exponenciálisan súlyozott átlag	29
3.4.2.4	A mintavételes szórás	29
3.4.2.5	Az utolsó N esemény szórás	30
3.4.2.6	Az exponenciálisan súlyozott szórás	31
3.4.3	Döntési algoritmus, optimumkeresési folyamat	32
3.4.3.1	A mérés kiértékelése	32
3.4.3.2	Az optimumkeresés folyamata	35
3.4.3.3	Megjegyzések	40
4	NÉHÁNY REALIZÁCIÓ	42
4.1	Realizálási javaslatok	43
4.1.1	Szélsőséges működés (trashing) megakadályozása	43
4.1.1.1	Az I/O terhelés (a virtuális tár kivételével)	43
4.1.1.2	A CPU terhelése	44
4.1.1.3	Pufferek, sorok, segéd-tárak telítettsége	44
4.1.1.4	A központi tár foglaltsága	44
4.1.1.5	A lapváltási ráta	45
4.1.1.6	A CPU és I/O egyensúly	45

4.1.1.7	Egyéb	45
4.1.2	Optimalizáló adaptív szabályozások	46
4.1.2.1	Beavatkozás előreccsatolással	46
4.1.2.2	Beavatkozás visszacsatolással	47
4.1.2.3	Kétparaméteres beavatkozás	47
4.1.2.4	Szabályozás a kiszolgáló egységen belül	47
4.2	Példa a programok számának vezérlésével	48
4.2.1	A költségfüggvény meghatározása	49
4.2.2	A mérési funkció	51
4.2.3	A döntési funkció	54
4.2.4	A beavatkozási funkció	57
4.2.5	Szimulációs eredmények és mérési tapasztalatok	57
4.2.5.1	A modellezés feltételezései	58
4.2.5.2	A modellezés paraméterei	60
4.2.5.3	A vizsgálati eredmények értékelése	62
4.3	Erőforrások dinamikus elosztása a felhasználói programok kiszolgálási igény szerinti átrendezésével	67
4.3.1	A heurisztikus algoritmus és realizálása	68
4.3.1.1	A mérési funkció	69
4.3.1.2	A döntési funkció	70
4.3.1.3	A beavatkozási funkció	72
4.3.2	A döntési funkció kiegészítése a túlterhelési állapotú rendszer szabályozására	73
4.3.3	Továbbfejlesztés az apriori ismeretek adaptív szabályozással történő kiváltására	75
4.3.4	Mérési eredmények és tapasztalatok	78
5	ÖSSZEFOGLALÁS	87
6	IRODALOMJEGYZÉK	88

Táblázatok és ábrák jegyzéke

1	ábra	Egyszerű adaptív algoritmus	12
2	ábra	Járulékos adaptív algoritmus	13
3	ábra	Alap modell	18
4	ábra	Kazakevics modell	22
5	ábra	Optimum keresés	35
6	ábra	Identifikáció I.	37
7	ábra	Identifikáció II.	37
8	ábra	Identifikáció III.	38
9	ábra	Identifikáció IV.	38

10 ábra	Beavatkozás előrecsatolással	46
11 ábra	Beavatkozás visszacsatolással	47
12 ábra	Példa előrecsatolással	48
13 ábra	Várakozósoros modell	58
14 ábra	Mintavételezési összefüggések	61
15 ábra	Kiszolgálási összefüggések	63
16 ábra	Válaszadási idő összefüggések	64
17 ábra	Példa kettős beavatkozással	67
18 ábra	Kiszolgálási igény variációk	74
1 táblázat	Kiszolgálási összefüggések	63
2 táblázat	Válaszadási idő összefüggések	64
3 táblázat	I. munkaösszetétel eredményei	65
4 táblázat	II. munkaösszetétel eredményei	66
5 táblázat	Az L kiszolgálási és terhelési mátrix	74
6 táblázat	Real storage usage analysis	80
7 táblázat	System data set and CPU usage	81
8 táblázat	CPU and PD usage	82
9 táblázat	FD usage	83
10 táblázat	Eredmények összehasonlítása	85

INDEX

adaptív, 7, 8, 9, 10, 11, 14, 15, 17, 18, 19, 21, 32, 41, 42, 45,
47, 58, 61, 63, 64, 65, 66, 67

1 BEVEZETÉS.

A számítógéprendszer működésének irányítását az operációs rendszerek látják el. A technika fejlődésével a különféle irányítási feladatok egyre bonyolultabbá válnak. Általában azonban nem rendelkezünk elegendő apriori ismeretekkel a működés feltételeiről, ezért a változatlan struktúrájú és többnyire állandó paraméterekkel leírható irányítási analízis és szintézis módszerek igen nehézkesek, sőt gyakran egyáltalán nem alkalmazhatók. Az automatikus irányítási rendszerek felépítésének alapvető eleme az eltérés alapján történő irányítás, a negatív visszacsatolás elve.

Mivel a *hibajel* különféle ellenőrizhetetlen hatásokra vonatkozó információt foglal magába, ezért éppen a hibajel tekinthető *univerzális mértéknek* abban a vonatkozásban, hogy a rendszer állapota mennyiben tér el a megkívánt üzemmódtól.

Ennek szokásos módú felhasználása azonban több okból kifolyólag is nehézségekbe ütközik. Tárolók, késleltetők és egyéb nem lineáris elemek jelenléte rendszerben korlátozza egy univerzális mérték felhasználását, mivel az egyébként csekély jelentőségű paraméterek és non-linearitások lehetséges hatásait nem ismerve, könnyen megszeghetjük a *stabilis működés* szabta határokat.

Emellett figyelembe kell vennünk azt a tényt is, hogy az irányított rendszer jellemzői még az *idő függvényében is változnak*. Jól érzékelhető a problémák súlya, különösen, ha célunk nem csupán az irányítás, hanem *optimális irányítás* létrehozása.

Mindezek miatt elvileg más felépítésű irányítási rendszert kell kialakítani, olyant, amely képes tanulási feladatokat is megoldani.

Az ilyen *tanuló és adaptív* irányításnak a rendszerről szereszhető információ mérése és feldolgozása alapján úgy kell változtatnia struktúráját és paramétereit, hogy működés

közben javítsa saját minőségi jellemzőit, végeredményben bizonyos szempontokból optimális működésre törekedve.

Az adaptív szabályozás esetén tehát az apriori ismeretek hiányát a mért információ célszerű feldolgozásával kompenzáljuk.

Bármely adaptív irányítási rendszer működésének alapját iterációs algoritmusok képezik. A tanuló algoritmusok *olyan folyamatokat képeznek, amelyek valamely átlagolt célfüggvény szélső értékét állapítják meg, egyben ez a célfüggvény nem más, mint a tanulás --megismerés-- célja.*

Az algoritmusok egy osztálya a kereső típusú algoritmusok, amelyek alkalmazására olyan esetekben van szükség, amikor az átlagolt célfüggvény analitikusan nem adott. Számítógépes rendszerek működésének irányítása legtöbbször csak ilyen adaptív kereső típusú algoritmusok segítségével lehetséges.

A cél tehát a működést irányító operációs rendszerek módosítása, kiegészítése ilyen típusú algoritmusokkal a rendszer hatékonyságának javítása érdekében.

A jelen disszertációban be kívánom mutatni az adaptív vezérlési elv alkalmazását operációs rendszerekben, figyelembe véve a gyakorlati korlátokat és konkrét példákon keresztül bemutatni a realizálás lehetőségét és előnyeit.

A 4. fejezetben egy realizált adaptív szabályozás működése és tapasztalatainak leírása is megtalálható.

Budapest, 1981. szeptember.

5 ÖSSZEFOGLALÁS

(1) Összefoglalva tehát megállapítható, hogy az adaptív szabályozás bevezetésével a gép kihasználása javul, ugyanakkor rövidül az átfutási idő is.

(2) Az általános javulás oly módon volt elérhető, hogy az adaptív folyamat révén a működés rendjét mintegy „hozzáigazítottuk” az időben változó felhasználói igényekhez.

(3) Minden esetben a szabályozás bevezetésével a rendszerben tartalékok is keletkeztek, pedig a szabályozás nélküli esetekben a rendszer túlterhelésben, sőt szélsőséges (trashing) működési állapotban volt.

(4) Az adaptív szabályozással működő rendszer is kerülhet túlterhelési állapotba, ez azonban nem okozhat szélsőséges működést, amint azt kimutattuk.

(5) Felmerülhet, hogy a túlterhelési állapotban az adott szabályozás már nem kielégítő és a rendszer bővítésére, vagy magasabb szintű adaptivitás bevezetésére --a túlterheltség felismerésére és annak alapján alkalmas beavatkozás elvégzésére-- van szükség.

Ennek a kérdésnek a vizsgálata további kutatások tárgya.

6 Irodalomjegyzék

- [1] Y. Z. CIPKIN: Optimization, adaptation and learning in automatic systems.
Computer and Information Sciences. 15-32. oldal
Academic Press, 1967, New-York
- [2] Y. Z. CIPKIN: Principles of dynamic adaptation in automatic systems.
IFAC 5th World Congress, Paris, 1972.
- [3] J. KIEFER-J. WOLFOWITZ: Stochastic Estimation of the maximum of a regression function.
Ann. Math. Stat. 462-466- oldal, 1952.
- [4] H. ROBBINS-S: MONROE: A stochastic approximation method
Ann. Math. Stat. 400-407. oldal, 1952.
- [5] B. WIDROW: A statistical theory of adaptation.
Pergamon Press, 1963.
- [6] A. FELDBAUM: A duális vezérlés elmélete.
Automatika és telemechanika, 1966. No 1,2.
- [7] V: KAZAKEVICS: Az extrémális szabályozásról.
Automatika és telemechanika. 1966. No 12.
- [8] CSÁKY F.: Korszerű szabályozáselmélet.
Akadémia Kiadó, 1970.
- [9] CSÁKY F.: Irányítástechnikai kézikönyv.
Műszaki 1977.
- [10] CSÁKY FD.: Lineáris szabályozási rendszerek analízise.
Műszaki 1977.

-
- [11] CSÁKY F.: Lineáris szabályozási rendszerek szintézise.
Műszaki 1978.
- [12] AMBRÓZY A.-JÁVOR A.: Mérésadatok kiértékelése.
Műszaki 1976.
- [13] PRÉKOPA A.: Valószínűségelmélet.
Műszaki 1974.
- [14] KÓSA A.: Optimumszámítási modellek.
Műszaki 1979.
- [15] G. A. KORN: Matematikai kézikönyv műszakiaknak.
Műszaki 1975.
- [16] P. R. BLEVINS: Aspects of a dynamically adaptive
operating systems. Ph.D dissertation.
University of Austin. 1972.
- [17] W. A. WOLF: Performance monitors for
multiprogramming systems.
2nd symposium on operating system principles 175-
181. oldal
Princeton. 1969.
- [18] V. RAMAMOORTY: The analytic design of a dynamic
lookahead and programming segmenting systems for
multiprogrammed computers.
ACM National Conference 229-239. Washington,
1966.
- [19] P. DENNING: The working set model for program
behaviour.
ACM Communications 323-333. vol.11. 1968.
- [20] G. ESTRIN, D. HOPKINS, B. COGGAN, S. D. CROCKER:
SNUPER COMPUTER. A computer in
instrumentation automation.
Proc. AFIPS 1967. Conference 615-656. 1967.
- [21] R. G. HAMLET: Efficient multiprogramming resource
allocation and accounting.
AXCM Communications 337-343. vol.16. 1973.

-
- [22] S. SHERMAN, F. BASKETT, J. C. BROWNE: Trace driven modeling and analysis of CPU in a multiprogramming system. ACM SIGOPS workshop in Cambridge, MA. 1971.
- [23] S. MARSHALL: Dynamic calculation of dispatching priorities under OS/360 MFT. Datamation 93-97. vol.15. 1960.
- [24] F. STEVENS: On overcoming high priority paralysis in multiprogramming system --a case history. ACM Communications. 539-541- vol.11. 1968.
- [25] K. D. RYDER: A heuristic approach to task dispatching. IBM System Journal 189-198. vol.8. 1970.
- [26] G. COFFMAN: Analysis of two time-sharing algorithms designed for limited swapping. Journal of ACM. vol.15. 1968.
- [27] A. J. BERNSTEIN, J. C. SHARP: A policy driven scheduler for a time-sharing system. ACM Communications. 74-78. vol.14. 1971
- [28] L. KLEINROCK: A continuum of time-sharing algorithms. Proc. AFIPS. 453-458- vol.36. 1970.
- [29] A. WOLLISZ: A detailed system overhead including description of priority algorithms for real-time scheduling. Operációs rendszerek elmélete, téli iskola, Visegrád. SZTAKI Közlemények 61-86. vol.18. 1977.
- [30] TÖKE P.: Kötegelt és kollektív felhasználást támogató dinamikusan adaptív vezérlés. Operációs rendszerek elmélete, téli iskola, Visegrád. SZTAKI Közlemények 87-98. vol.18. 1977.
- [31] GYARMATI P.: Dinamikus erőforráselosztás vegyes üzem esetén. Operációs rendszerek elmélete, téli iskola 1975. SZTAKI Közlemények 201-209. vol.18. 1977.

-
- [32] G. BERGHOLZ.: Zur analyse des Echtzeitbetriebe von Prozessorrechnersystemen.
Operációs rendszerek elmélete téli iskola 1976.
SZTAKI Tanulmányok 141-158- vol.69. 1977.
- [33] GYARMATI P.: Feedback controls in the operating systems.
Operációs rendszerek elmélete, téli iskola, Visegrád. 1976.
- [34] P. R. BLEVINS, D. V. RAMAMOORTHY: Aspects of a dynamically adaptive operating system.
IEEE Transactions on computer 713-735. vol.25. 1976.
- [35] J. LEROUDIER, PARENT: Discrete event simulation modeling of computer systems for performance evaluation.
IRIA Laboria, rapport de recherche 1. 77. 1976.
- [36] Y. BARD: Experimental evaluation of systems performance.
IBM Systems Journal. 302-314. 1973/3.
- [37] A. BRANDWAJN: A model of time-sharing virtual memory system solved using equivalence and decomposition method.
Acta Informatica 11-48. vol.4. 1974.
- [38] P. J. COUTOIS: Decomposability, insabilities and saturation in multiprogramming systems.
ACM Communicatins 371-377. vol.18. 1975.
- [39] M. BADEL, E. GELENBE, J. LEROUDIER, D. POTIER: Adaptive optimization of a time-sharing systems performance.
Proc. of IEEE. 958-965. vol.63. 1975.
- [40] A. BRANDWAJN, J. A. HERNANDEZ: A study of a mechanism for controlling multiprogrammed memory in an interactive systems.
Ecole nationale superieure des telecommunications. Paris. 1978.

-
- [41] C. E. LANDWEHR: An endogenous priority model of load control in combined batch-interactive computer systems.
Symp. on Performance measurement and evaluation. Harvard University of Cambridge Proc. 292-295. 1976.
- [42] Y. BARD: The modelling of some scheduling strategies for an interactive system.
Symp. on Performance measurement and evaluation. 113.117. Yorktown Heights. 1977.
- [43] A. GECK: Performance improvement by feedback control of the operating system.
Informatik Rechnerabteilung Universitat Karlsruhe. 1978.
- [44] T. STOREY, S. TODD: Performance analysis of large systems.
Software practice and experience. 363-369. vol.7. 1977.
- [45] P. DENNING, J. BUZEN: Operational analysis of queuing networks.
Measuring, modelling and evaluating computer systems. North-holland Publishing Co. 151-172. 1977.
- [46] T. BERETVAS: A simulation model representing the OS/VS2 rel.2. control program.
Proc. of a symposium on Operating systems. Springer Verlag. 1974.
- [47] P. GYARMATI: On the adaptive control of operating systems.
Operációs rendszerek elmélete, téli iskola, Visegrád. 1977.
- [48] ed. GYARMATI P.: KSH Rendszertechnikai Közlemények
KSH Rendszertechnikai Osztály.
- [49] ed. GYARMATI P.: KSH Üzemeltetési szabályok IBM 370.
KSH Rendszertechnikai Osztály.

-
- [50] J. Y. BABANNEU, et.al.: Automativ and general solution to the adaptation of programs in paging environment.
Proc. of 6th ACM symposium on operating systems. 109-116. nov. 1977.
- [51] E. G. COFFMAN, T. A RYAN: A study of storage partitioning using a mathematical model of locality.
Comm. of ACM. March. 1972. vol.15. 185-190.
- [52] G. S. SHEDLER: A queuing model of multiprogrammed computer witj a two-level storage system.
Comm. of ACM. Jan. 1973. vol.16. 3-8.
- [53] Proceeding of the IBM seminar on virtual machines.
Uithoorn, 1972. Belgium.
ed: G. Kjellin, IBM Public Sector Industrial Center, Brussels.