XV Krajowa Konferencja Automatyki

Tom I

KKA 2005

Redaktorzy:
Zdzisław Bubnicki
Roman Kulikowski
Janusz Kacprzyk

XV Krajowa Konferencja Automatyki
Tom I

KKA 2005

Redaktorzy:
Zdzisław BUBNICKI
Roman KULIKOWSKI
Janusz KACPRZYK

ORGANIZATOR
Komitet Automatyki i Robotyki Polskiej Akademii Nauk
Instytut Badań Systemowych Polskiej Akademii Nauk
WSPÓŁORGANIZATORZY
Politechnika Warszawska
Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów
Polskie Stowarzyszenie Pomiarów, Automatyki i Robotyki

ORGANIZATOR

Komitet Automatyki i Robotyki Polskiej Akademii Nauk
Instytut Badań Systemowych Polskiej Akademii Nauk

WSPÓŁORGANIZATORZY

Politechnika Warszawska
Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów
Polskie Stowarzyszenie Pomiarów, Automatyki i Robotyki

KOMITET PROGRAMOWY

Przewodniczący	Zdzisław BUBNICKI
Zastępca Przewodniczącego	Roman KULIKOWSKI

CZŁONKOWIE

Stanisław BAŃKA	Michał BIAŁKO
Mikołaj BUSŁOWICZ	Władysław FINDEISEN
Ryszard GESSING	Henryk GÓRECKI
Jakub GUTENBAUM	Jerzy JÓZEFCZYK
Stanisław KACZANOWSKI	Tadeusz KACZOREK
Janusz KACPRZYK	Jerzy KLAMKA
Józef KORBICZ	Zbigniew KOWALSKI
Krzysztof KOZŁOWSKI	Juliusz L. KULIKOWSKI
Krzysztof KUŹMIŃSKI	Kazimierz MALANOWSKI
Krzysztof MALINOWSKI	Wojciech MITKOWSKI
Antoni NIEDERLIŃSKI	Władysław PEŁCZEWSKI
Tadeusz PUCHAŁKA	Leszek RUTKOWSKI
Stanisław SKOCZOWSKI	Roman SŁOWIŃSKI
Jerzy ŚWIĄTEK	Andrzej ŚWIERNIAK
Ryszard TADEUSIEWICZ	Piotr TATJEWSKI
Krzysztof TCHOŃ	Leszek TRYBUS
Jan WĘGLARZ	Andrzej P. WIERZBICKI

KOMITET ORGANIZACYJNY

Przewodniczący	Roman KULIKOWSKI
Zastępcy Przewodniczącego	Janusz KACPRZYK
	Stanisław KACZANOWSKI
	Tadeusz KACZOREK
	Krzysztof MALINOWSKI
Członkowie	Roman OSTROWSKI
	Tadeusz PUCHAŁKA
	Dariusz WAGNER
Sekretarze naukowi	Jan STUDZIŃSKI
	Jan W. OWSIŃSKI

ISBN 83-89475-00-6

Druk: ARGRAF, Warszawa

IDENTYFIKACJA I ROZPOZNAWANIE

IDENTYFIKACJA KOMPLEKSÓW OPERACJI PRZY OGRANICZONYCH MOŻLIWOŚCIACH POMIAROWYCH

Jerzy ŚWIĄTEK

Politechnika Wrocławska, Wydział Informatyki i Zarządzania, Instytut Informatyki Technicznej
Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław, e-mail: jerzy.swiatek@pwr.wroc.pl

Streszczenie: W pracy przedstawiono zadanie identyfikacji kompleksu operacji dla potrzeb zadań alokacji. Rozpatrywano kompleks operacji o zadanej strukturze z modelami statycznymi znanymi z dokładnością do parametrów. Podano metodykę tworzenia algorytmów identyfikacji przy założeniu, że istnieje możliwość pomiaru wszystkich wielkości charakteryzujących poszczególne operacje, czyli dla każdej operacji dostępny jest pomiar wielkości zadania lub zasobu oraz czas realizacji operacji. Następnie omówiono dwa przypadki identyfikacji kompleksu operacji z ograniczonymi możliwościami pomiarowymi, w których dostępny jest pomiar czasu realizacji kompleksu i wielkość zadania lub zasobu przydzielona do poszczególnych operacji w pierwszym przypadku oraz wielkość całego zadania lub dostępnego zasobu w drugim przypadku.

Słowa kluczowe: Identyfikacja, systemy złożone, kompleksy operacji.

1. WPROWADZENIE

Zadania identyfikacji systemów złożonych stają się aktualne i ważne ze względu na nowe problemy w projektowaniu komputerowych systemów zarządzania i sterowania systemami złożonymi. Ważnym problemem z punktu widzenia automatyzacji złożonych procesów produkcji jest zadanie identyfikacji kompleksów operacji (ogólniej – systemów o strukturze sieciowej). Aktualne stają się prace [1, 2, 3], w których sformułowano różne koncepcje modelowania i identyfikacji systemów złożonych. W prezentowanej pracy podjęto problem identyfikacji sieciowych systemów złożonych z ograniczonymi możliwościami pomiarowymi. Rozważono kompleks operacji o zadanej strukturze. Przyjęto kompleks operacji statycznych. Opis operacji znany jest z dokładnością do parametrów. Zakłada się następujące sytuacje pomiarowe:

A. Każda operacja obserwowana jest niezależnie, czyli dla każdej operacji z osobna, dla zadanego zasobu lub zadania przydzielonego do danej operacji, mierzymy czas wykonania operacji. Przypadek ten odpowiada pełnym możliwościom pomiarowym. Podano go dla porównani z pozostałymi przypadkami.

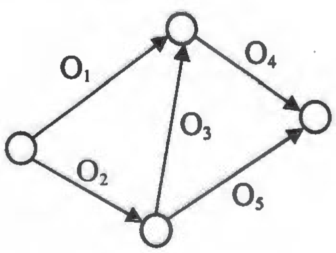
B. Dla zadanego zasobu lub zadania przydzielonego do każdej operacji, mierzymy czas wykonania kompleksu. Ograniczone możliwości pomiarowe w tym przypadku polegają na braku możliwości pomiaru czasu realizacji poszczególnych operacji.

C. Dla danego łącznego zadania lub zasobu obserwujemy czas wykonania całego kompleksu. Ograniczane możliwości pomiarowe, tym razem, polegają na braku możliwości obserwacji przydzielonego zasobu lub zadania do poszczególnych operacji i czasu ich realizacji. Teraz kompleks operacji traktowany jest jak pojedyncza operacja z łącznym zadaniem lub zasobem i czasem odpowiadającym realizacji kompleksu. Dodatkowo zakłada się rozdział zadań lub zasobów jest optymalny.

Dla przedstawionych przypadków podano metodykę tworzenia algorytmów identyfikacji. Rozważania zilustrowano przykładami analitycznymi oraz badaniami symulacyjnymi.

2. OPIS KOMPLEKSU OPERACJI

Przez kompleks operacji rozumiany jest system złożony o strukturze sieciowej, którego elementami są operacje (tj. czynności wykonywane w czasie). Struktura kompleksu operacji opiera się na zależnościach i uwarunkowaniach czasowych związanych z kolejnością wykonywania operacji. Na rys. 1. przedstawiono przykładowy kompleks operacji, gdzie łuki odpowiadają operacjom ($O_1 - O_5$), a węzły oznaczają odpowiednio początek i koniec operacji. I tak: operacje O_1 oraz O_2 mogą być realizowane równolegle, operację O_4 można rozpocząć po zakończeniu operacji O_1 i O_3, a kompleks operacji jest zrealizowany po zakończeniu operacji O_4 i O_5.



Rys. 1. Kompleks operacji.

Czas wykonania kolejnej operacji w systemie zależy od wielkości zadania lub zasobu przydzielonego do jej wykonania. Czas realizacji całego kompleksu operacji zależy od czasów wykonania poszczególnych operacji i struktury kompleksu. Do rozwiązania zadania alokacji, tj. optymalnego rozdziału ograniczonej ilości zasobów lub zadań dla poszczególnych operacji, konieczna jest znajomość modelu kompleksu operacji [5], na który składają się opisy oddzielnych operacji oraz opis struktury systemu.

Rozważmy złożony system sieciowy (kompleks operacji), w którym wyróżniono M elementarnych operacji statycznych $O_1, O_2, \ldots, O_M$, opisanych przez (u_m, T_m), a dla m – tej operacji dany jest opis:

$$T_m = F_m(u_m, a_m), \quad m = 1,2,\ldots,M \tag{1}$$

gdzie: $T_m \geq 0$ – czas realizacji m – tej operacji, u_m – s_m wymiarowy wektor wielkości wejściowych m – tej operacji, którego składowe przyjmują wartości dodatnie, $u_m \in U_m \subseteq R^{+s_m}$, a_m – r_m wymiarowy wektor parametrów opisu, $a_m \in A_m \subseteq R^{r_m}$, F_m – znana funkcja, $F_m : U_m \times A_m \rightarrow R^+$, M – liczba operacji w kompleksie. Składowe wektora u_m mogą oznaczać ilość zasobów lub rozmiar zadania dla m – tej operacji. W pierwszym przypadku F_m jest nierosnącą funkcją z względu na każdą składową wektora u_m i dla każdego wektora a_m $F_m(0_m, a_m) = \infty$, gdzie 0_m – wektor zerowy o m składowych. W drugim przypadku F_m jest niemalejącą funkcją z względu na każdą składową wektora u_m i dla każdego a_m wartość $F_m(0_m, a_m) = 0$. Struktura systemu opisywana jest przy pomocy grafu $G \subset \{1, 2, \ldots, M\} \times \{1, 2, \ldots, M\}$. Jeżeli $(m, n) \in G$, to n – ta operacja jest wykonywana bezpośrednio po zakończeniu m – tej operacji. Czas realizacji całego kompleksu – T zależy od czasów wykonania poszczególnych operacji oraz struktury kompleksu, tj.:

$$T = H(T_1, T_2, \ldots, T_M), \tag{2}$$

gdzie H zadana funkcja zależna od struktury kompleksu. Odpowiednio, po podstawieniu (1) do (2), czas realizacji kompleksu można przedstawić zależnością:

$$\begin{aligned} T &= H\big(F_1(u_1, a_1), F_2(u_2, a_2), \ldots, F_M(u_M, a_M)\big) \\ &= F(u_1, u_2, \ldots, u_M, a_1, a_2, \ldots, a_M) \end{aligned} \tag{3}$$

gdzie funkcja F zależy od funkcji $F_1, F_2, \ldots, F_M$ oraz H.

3. IDENTYFIKACJA KOMPLEKSU OPERACJI

W dalszych rozważaniach zakładać będziemy, że opis kompleksu operacji znany jest z dokładnością do parametrów, czyli: zadana jest struktura systemu, znana jest funkcja H określająca czas realizacji kompleksu oraz znane są funkcje $F_1, F_2, \ldots, F_M$. Nie są znane parametry $a_1, a_2, \ldots, a_M$, występujące w opisach (1). Zadanie identyfikacji polega na wyznaczeniu nieznanych parametrów opisów na podstawie obserwacji. Możliwości pomiarowe prowadzą do różnych zadań identyfikacji.

3.1. Pomiar bez ograniczeń

Obecnie założymy, że w kolejnych realizacjach kompleksu operacji istnieje możliwość obserwacji każdej operacji. Oznacz to, że dostępne są pomiary przydziału zadania lub zasobu do m – tej operacji oraz pomiar czasu jej wykonania w kolejnej n – tej realizacji kompleksu. Innymi słowy dla n – tej realizacji kompleksu dostępne są pomiary:

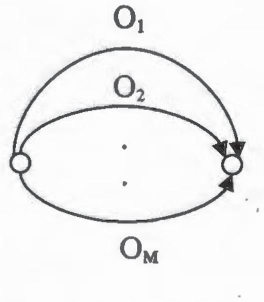
$$T_m(n), u_m(n), \quad m = 1, 2, \cdots, M \tag{4}$$

gdzie: $T_m(n)$ – pomiar czasu realizacji m – tej operacji dla zmierzonego przydziału zadania lub zasobu $u_m(n)$. W czasie eksperymentu realizacje kompleksu powtórzono dla $n = 1, 2, \ldots, N$, gdzie N jest liczbą powtórzeń. W tym przypadku, korzystając z zależności (1), dla każdej (m – tej) operacji możemy utworzyć układ równań:

$$\begin{aligned} T_m(n) &= F_m(u_m(n), a_m), \\ n &= 1, 2, \ldots, N. \end{aligned} \tag{5}$$

Rozwiązanie układu równań (5) względem a_m daje algorytm identyfikacji dla m – tej operacji. Procedurę powtarzamy dla każdej operacji, czyli dla $m = 1, 2, \ldots, M$.

Przykład: Rozważmy problem rozdziału zadań w kompleksie M operacji o strukturze równoległej. Czas wy-



Rys. 2. Kompleks operacji równoległych.

konania poszczególnych operacji jest proporcjonalny do wielkości przydzielonego zadania. Opis (1) ma postać:

$$T_m = a_m u_m, \quad a_m > 0, \; u_m \geq 0, \; m = 1, 2, \ldots, M. \tag{6}$$

Łączna wielkość zadania wynosi u. Zatem rozdział zadań spełnia ograniczenia:

$$D_u = \left\{ u_m \geq 0, m = 1, 2, \ldots, M; \sum_{m=1}^{M} u_m = u \right\}. \tag{7}$$

W tym przypadku, układ równań (5) ma postać.

$$T_m(n) = a_m u_m(n) \tag{8}$$

Zwróćmy uwagę, że dla każdej (m – tej) operacji wystarczy jeden pomiar. W konsekwencji parametr opisu m – tej operacji wyznaczamy:

$$a_m = \frac{T_m(n)}{u_m(n)}, \; m = 1, 2, \ldots, M. \tag{9}$$

3.2. Ograniczone możliwości pomiaru czasu wykonania operacji

Obecnie założymy, że w kolejnych obserwacjach kompleksu operacji, dla zadanego przydziału zadań lub zasobów, jest dostępny do pomiaru czas realizacji kompleksu, a nie są znane czasy wykonania poszczególnych operacji. Innymi słowy dla n – tej realizacji kompleksu dostępne są pomiary:

$$\begin{gathered} T(n),\ u_1(n), u_2(n), \ldots, u_M(n), \\ n = 1,2,\ldots,N. \end{gathered} \tag{10}$$

gdzie: $T(n)$ – pomiar czasu realizacji kompleksu operacji dla zmierzonego przydziału do m – tej operacji zadania lub zasobu – $u_m(n)$, $m = 1, 2, \ldots, M$, N jest ilością powtórzeń eksperymentu pomiarowego. Obserwowany czas realizacji kompleksu operacji opisany jest zależnością (3). Dla zaobserwowanych danych (10) możemy zaproponować następujący układ równań:d

$$\begin{gathered} T(n) = F(u_1(n), u_2(n), \ldots, u_M(n), a_1, a_2, \ldots, a_M), \\ n = 1, 2, \ldots, N. \end{gathered} \tag{11}$$

Rozwiązanie układu (11) względem a_1, a_2, ...,a_M daje algorytm identyfikacji.

Wróćmy do **przykładu** podanego w punkcie 3.1. Dla tego przypadku kompleks operacji zostanie wykonany, gdy ostatnia operacja zostanie zakończona, czyli czas wykonania kompleksu operacji (3) dany jest zależnością:

$$T = \max_{1 \le m \le M} \{a_m u_m\} \tag{12}$$

Dla danych pomiarowych (10) układ równań (11) przyjmie postać:

$$\begin{gathered} T(n) = \max_{1 \le m \le M} \{a_m u_m(n)\}, \\ n = 1, 2, \ldots, N. \end{gathered} \tag{13}$$

Rozwiązanie układu (13) względem a_1, a_2, ...,a_M daje algorytm identyfikacji. Przy rozwiązaniu układu równań (13) mogą pojawić się problemy analityczne. Rozwiązanie to zależy od organizacji eksperymentu. Przytoczmy dwa skrajne przypadki. Pierwszy, w którym w kolejnej n – tej realizacji kompleksu operacji całkowity zasób lub zadanie przydzielone jest do jednej operacji, czyli:

$$\begin{gathered} u_m(m) = u(m), \quad u_m(n) = 0, \\ n = 1,2,\ldots,M, \quad n \neq m. \end{gathered} \tag{14}$$

Dla tak zorganizowanego eksperymentu układ równań (13) przyjmuje postać:

$$T(m) = a_m u_m(m), \quad m = 1, 2, \ldots, M. \tag{15}$$

Rozwiązanie układu (15) względem a_1, a_2, ..., a_M daje algorytm identyfikacji postaci:

$$a_m = \frac{T(m)}{u_m(m)}, \quad m = 1,2,\ldots,M. \tag{16}$$

Rozważmy drugi przypadek, w którym całkowity zasób lub zadanie przydzielono równomiernie do każdej operacji, czyli:

$$u_1(n) = u_2(n) = \ldots = u_M(n) = \bar{u}(n) = \frac{u(n)}{M}. \tag{17}$$

Dla tak zorganizowanego eksperymentu układ równań (13) przyjmuje postać:

$$\begin{gathered} T(n) = \bar{u}(n) \max_{1 \le m \le M} \{a_m\} \\ n = 1, 2, \ldots, N \end{gathered}. \tag{18}$$

Zwróćmy uwagę, że układ równań (18) nie ma jednoznacznego rozwiązania względem a_1, a_2, ..., a_M. W tym przypadku możemy wyznaczyć jedynie parametr, który jest pewną funkcją parametrów poszczególnych operacji a_1, a_2, ..., a_M. Z układu równań (18) dla każdego $n = 1$, 2, ..., N mamy:

$$\max_{1 \le m \le M} \{a_m\} = \frac{T(n)}{\bar{u}(n)}. \tag{19}$$

Wyznaczoną wartość możemy interpretować jako parametr opisu operacji zastępczej przy potraktowaniu kompleksu operacji jako całość. Taka organizacja eksperymentu prowadzi do systemu nieseparowalnego [4].

3.3. Ograniczone możliwości pomiaru czasu wykonania operacji oraz rozmiaru zadania lub zasobu przydzielonego do operacji

Obecnie założymy, że w kolejnych obserwacjach kompleksu operacji, jest dostępny do pomiaru czas realizacji kompleksu oraz rozmiar całego zadania realizowanego w kompleksie lub wielkość całego zasobu dostępnego do wykonania zadania. Nie są znane czasy wykonania poszczególnych operacji ani też rozmiary zadań i wielkości zasobów w poszczególnych operacjach. Założymy jednak, że przydział zadań lub zasobów jest optymalny, a obserwowany czas wykonania kompleksu jest czasem optymalnym. Innymi słowy dla n – tej realizacji kompleksu dostępne są pomiary:

$$T^*(n), u(n), \quad n = 1,2,\ldots,N \tag{20}$$

gdzie: $T^*(n)$ jest optymalnym czasem realizacji kompleksu operacji przy całkowitym rozmiarze zadania lub globalnym zasobie $u(n)$ w n – tym pomiarze. Z założenia o optymalnym przydziale zadań lub zasobów wnioskujemy, że dokonano takiego rozdziału

$$u_1^*, u_2^*, \ldots, u_M^*, \tag{21}$$

dla którego czas wykonania kompleksu (3) jest minimalny, czyli:

$$\begin{aligned} &F(u_1^*, u_2^*, \ldots, u_M^*, a_1, a_2, \ldots, a_M) = \\ &= \min_{(u_1, u_2, \ldots, u_M) \in D(u)} F(u_1, u_2, \ldots, u_M, a_1, a_2, \ldots, a_M). \end{aligned} \tag{22}$$

W wyniku rozwiązania zadania (22) otrzymujemy optymalne algorytmy przydział. Zależą one od parametrów poszczególnych operacji oraz globalnego zadania lub zasobu. Rozwiązanie zadania ma postać:

$$u_m^* = G_m(u, a_1, a_2, \ldots, a_M), \quad m = 1,2,\ldots,M. \quad (23)$$

Po podstawieniu (23) do (3) otrzymamy optymalny czas realizacji kompleksu operacji wyrażony przez parametry poszczególnych operacji oraz globalny zasób lub zadanie, tj.:

$$\begin{aligned} T^* &= F\left(u_1^*, u_2^*, \cdots, u_M^*, a_1, a_2, \ldots, a_M\right) = \\ &F\left(G_1(u, a_1, \ldots, a_M), \ldots, G_M(u, a_1, \ldots, a_M), a_1, \ldots, a_M\right) \quad (24) \\ &= \tilde{F}(u, a_1, a_2, \ldots, a_M) \end{aligned}$$

Dla zaobserwowanych danych pomiarowych (20) możemy zaproponować następujący układ równań:

$$T^*(n) = \tilde{F}(u(n), a_1, a_2, \ldots, a_M), \quad n = 1,2,\ldots,N \quad (25)$$

Rozwiązanie układu (25) względem $a_1, a_2, \ldots, a_M$ daje algorytm identyfikacji.

Wróćmy do **przykładu** podanego w punkcie 3.1. Dla tego przypadku optymalny czas wykonania kompleks operacji jest wówczas, gdy wszystkie operacje zostaną zakończone w tym samym czasie, czyli:

$$T^* = T_1^* = T_2^* = \ldots = T_M^* \quad (26)$$

Po uwzględnieniu opisu operacji (6) oraz ograniczeń (7) optymalny rozdział zadań spełnia układ równań:

$$\begin{aligned} &T^* = a_m u_m, \quad m = 1, 2, \ldots, M \\ &\sum_{m=1}^{M} u_m = u \end{aligned} \quad (27)$$

Rozwiązanie układu (27) względem $u_1, u_2, \ldots, u_M$ daje algorytm optymalnego przydziału (23) o postaci:

$$u_m^* = \frac{u}{a_m \sum_{m=1}^{M} \frac{1}{a_m}}, \quad m = 1, 2, \ldots, M, \quad (28)$$

a optymalny czas (24) wyrażony jest wzorem:

$$T^* = \frac{u}{\sum_{m=1}^{M} \frac{1}{a_m}}. \quad (29)$$

Układ równań (25) dla tego przykładu ma postać:

$$T^*(n) = \frac{u(n)}{\sum_{m=1}^{M} \frac{1}{a_m}}, \quad n = 1, 2, \ldots, N \quad (30)$$

Zwróćmy uwagę, że układ równań (30) nie ma jednoznacznego rozwiązania względem $a_1, a_2, \ldots, a_M$. W tym przypadku możemy wyznaczyć jedynie parametr, który jest pewną funkcją parametrów poszczególnych operacji $a_1, a_2, \ldots, a_M$. Z układu równań (30) mamy:

$$\frac{u(n)}{\sum_{m=1}^{M} \frac{1}{a_m}} = \frac{T^*}{u(n)}, \quad n = 1, 2, \ldots, N \quad (31)$$

Wyznaczoną wartość możemy interpretować jako parametr opisu operacji zastępczej przy potraktowaniu kompleksu operacji jako całość. Dla rozpatrywanego przykładu optymalny rozdział zadań prowadzi do systemu nieseparowalnego [4].

4. UWAGI KOŃCOWE

W pracy przedyskutowano problem identyfikacji kompleksu operacji. Rozważono różne sytuacje pomiarowe. Odpowiednio do tych przypadków zaproponowano metodykę tworzenia algorytmów identyfikacji. Wskazano na możliwość wyznaczenia parametrów operacji przy ograniczonych możliwościach pomiarowych. Rozważania zilustrowano przykładem kompleksu operacji równoległych. Pokazano wybrane przypadki systemu sieciowego nieseparowalnego. Problem sparowalności w systemach sieciowych wydaj się ważny i wymaga dalszych badań

Literatura

[1] Bubnicki Z. (1984) Optimization problems in large-scale systems modeling and identification, in: *Straszak A. Ed. Large Scale Systems: Theory and Applications,* Pergamon Press, Oxford, 411-416.

[2] Bubnicki Z. (1985) Global modeling and identification of complex systems. *Proc of 7th IFAC/IFORS Symp. Identification and System Parameter estimation,* Pergamon Press, Oxford, 1985, 261-263.

[3] Bubnicki Z., Świątek J. (1980) On the Bayesian estimation of complex static system. *Systems Science,* **6**, 4, 128-137.

[4] Bubnicki Z., Świątek J. (1981) Sparowalność i estymacja parametrów w identyfikacji złożonych systemow statycznych. *Archiwum Automatyki i Telemechaniki,* PWN, Warszawa, 349-363.

[5] Świątek J. (1988) Wybrane problemy identyfikacji kompleksów operacji. *Zeszyty naukowe Politechniki Śląskiej, Seria Automatyka,* Gliwice, **94**, 329-339.

IDENTIFICATION OF COMPLEX OF OPERATIONS SYSTEM WITH RESTRICTED MEASUREMENTS POSSIBILITIES

Abstract: In the paper the problem of complex system identification is discussed. Complex of operation is considered as a network system in which the structure of the system is given by time relation between operations. The operations are static and for each of them the description is known with accuracy to parameters. In this case the identification problem is to determine unknown parameters of operations. The different measurement possibilities are discussed. For each of them the identification algorithm is proposed. The investigations are illustrated by example.

Instytut Badań Systemowych
Polskiej Akademii Nauk

ISBN 83-89475-02-2