

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWAURZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

62589

Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 17.I.1967 (P 118 526)

Pierwszeństwo: _____

Opublikowano: 31.III.1971

Kl. 42 m³, 15/18

MKP G 06 f, 15/18

CZYTELNIA

UKD 681.32:621.3
Polskiej R.

Twórca wynalazku: Andrzej Janicki

Właściciel patentu: Dowództwo Wojsk Lotniczych, Warszawa (Polska)

Adaptacyjny układ decyzyjny

1

Przedmiotem wynalazku jest adaptacyjny układ decyzyjny umożliwiający zautomatyzowane orzekanie jednego z dwóch możliwych stanów mierzonej wielkości fizycznej przyjmującej tylko dwie wartości, w warunkach niepewności co do charakterystyk rozpatrywanego środowiska, w którym ten układ działa.

Znane dotychczas układy adaptacyjnego podejmowania decyzji posługują się długimi ciągami impulsów sygnału wejściowego co pociąga za sobą konieczność przyjmowania silnych założeń o niezmienności charakterystyk środowiska w całym długim czasie podejmowania decyzji, przy czym zdarza się, że czas ten bywa nieograniczony. Układy te opierają się bowiem na teorii wolnozbieżnych reguł decyzyjnych i stąd mają ograniczone zastosowanie.

Efektywność działania tych znanych układów decyzyjnych w warunkach szybkozmiennych procesów jest tak niska, że wyklucza ich praktyczne stosowanie.

Celem wynalazku jest opracowanie takiego adaptacyjnego układu decyzyjnego, który umożliwiałby podjęcie efektywnej decyzji dla potrzeb sterowania w czasie, procesami o intensywniej zmienności charakterystyk, w oparciu o szybkozbieżne dwustopniowe reguły decyzyjne z ograniczonym czasem orzekania decyzji rozstrzygającej.

Cel ten został osiągnięty przez zastosowanie jako członu wejściowego liczników sygnałów

2

zero-jedynkowych obliczających liczbę 1 wszystkich zer i jedynek występujących w danym ciągu sygnałowym oraz liczbę k jedynek w tym ciągu się pojawiających, członu oszacowującego nieznanego parametru (alfa) od którego to parametru zależy gęstość prawdopodobieństwa próbek analizowanego sygnału pomiarowego, a także członu obliczająco-porównującego wynik oszacowania tego nieznanego parametru lub dolną granicę ufności tego oszacowania dla każdej pary liczb i obliczającego każdorazowo odpowiedni stosunek wiarygodności a następnie porównującego ten stosunek z danym progiem wagowym przy z góry ustalonych parametrach wejściowych, połączonych ze sobą w pętli sprzężenia w przód.

Do członu wejściowego wprowadzone są próbki dyskretnego sygnału pomiarowego, które stanowią wejście układu, a z członu obliczająco-porównującego wyprowadzane są dyskretnie sygnały zero-jedynkowe reprezentujące odpowiednie warunki decyzji, które stanowią wyjście układu. Do członu oszacowującego wprowadzona jest wartość czasu rozpoczęcia adaptowania się układu do nieznanego wartości parametru (alfa) dowolnego procesu użytecznego (w szczególności sygnału pomiarowego).

Natomiast do członu obliczająco-porównującego wprowadzone są wartości innego parametru (beta), od którego zależą właściwości statystyczne nakładającego się procesu pasożytniczego (np. szumów

miarowych), a także wartości arbitralnych wag decydujących o czułości układu decyzyjnego.

Adaptacyjny układ decyzyjny według wynalazku łączy w sobie zalety szybkiego adaptowania się, małej oczekiwanej długości niezbędnego ciągu pomiarowego, minimalnych błędów orzekanych decyzji i stosunkowo dużej prostoty rozwiązania technicznego. Zasada działania układu predysponuje go do wykonania w oparciu o typowe układy logiczne właściwe opanowanej dotychczas technice cyfrowej, jak liczniki, rejestry, matryce, płyty pamięci ferrytowej itp. Układ decyzyjny według wynalazku jest szczególnie korzystny wszędzie tam, gdzie wymaga się możliwie najszybszego a dostatecznie bezbłędnego podjęcia binarnej decyzji co do wartości mierzonej cechy.

Dzięki przyjętemu sposobowi działania pozwala on w takich sytuacjach na uniknięcie strat spowodowanych przedłużaniem się procesów produkcyjnych lub błędnym ich regulowaniem itp. Dalszą zaletą układu funkcjonującego zgodnie z wynalazkiem jest możliwość bezpośredniej współpracy z cyfrowymi systemami przetwarzania danych pomiarowych, działających w czasie rzeczywistym ze względu na dogodność sposobu działania i realizację techniczną. Ponadto układ według wynalazku pozwala na łatwe korygowanie algorytmu swego działania oraz na wprowadzenie odpowiednich wag przyporządkowanych obydwu typom błędów decyzji.

Wynalazek zostanie bliżej objaśniony na rysunku, na którym figura 1 przedstawia schemat blokowy układu według wynalazku, a figura 2 schemat funkcjonalny tego układu.

Jak pokazano na rysunku adaptacyjny układ decyzyjny zbudowany jest z członu wejściowego **A** składającego się ze znanych układów progowych, liczników par liczb **1** i **k** członu oszacowującego **B** oraz członu obliczająco-porównującego **C**. Wartości **1** oraz **k**, zmieniające się do próbki y_n do próbki y_{n+1} sygnału pomiarowego reprezentowanego przez wektor $\vec{y}$ o liczności **1** próbek są podawane do członu **B** oszacowującego nieznaną parametr α od którego to parametru zależy gęstość prawdopodobieństwa próbek dyskretnego sygnału pomiarowego.

Człon estymujący **B** przedstawia sobą stosunkowo prosty układ liczący przystosowany do oszacowania wartości α na podstawie danego **1** oraz **k** na przykład w oparciu o znane estymatory dostateczne.

Wynik tego oszacowania (lub dolna granica przedziału ufności dla tego oszacowania) podawany jest do członu obliczająco-porównującego **C** zwanego też członem wykonawczym, wyposażonego w układ początku i końca postępowania decyzyjnego. Dla każdej pary (**1**, **k**) gdzie $1 = 1, 2, \dots, L \leq N$; $k = 0, 1, \dots, 1$; obliczany jest w nim stosunek wiarygodności

$$\Phi_{(1,k)} = \frac{f_0(y_1, \dots, y_L)}{f_1(y_1, \dots, y_L)}$$

i porównuje się go z danym progiem wagowym **W** z definicji równym stosunkowi $\frac{W_1}{W_0}$ przy z góry ustalonych parametrach wejściowych. Do danych

wejściowych z góry wprowadzanych do układu w postaci odpowiednich nastawów potencjometrycznych lub napięć sygnałów sterujących, które pochodzą ze sprzężeń zwrotnych od innych urządzeń współpracujących w ramach środowiska z układem wg wynalazku należy postać funkcyjna procesów $Y_1(t)$, parametr β od którego zależą własności statystyczne procesu $Y_0(t)$, wagi W_0 i W_1 oraz moment początkowy t_p uczenia się wartości parametru (alfa).

Początkowy moment t_p jest związany z ustaleniem, że obserwujemy ciąg $(y_1, \dots, y_L)$ pochodzący od dyskretnego procesu $Y_1(t)$ to znaczy, że rejestracja sygnału użytecznego jest w toku.

Matematyczno-fizyczną interpretacją parametrów α i β są odpowiednie prawdopodobieństwa przekroczenia progu kwantyzacji sygnału użytecznego wraz z szumem i samego szumu. Stosunek wag $\frac{W_1}{W_0}$ określa próg **W** czułości adaptacyjnego układu decyzyjnego. Wielkość tego progu jest z góry ustalona przez eksperymentatora na dany okres podejmowania decyzji.

Zadaniem układu według wynalazku jest takie operowanie na ciągach binarnych próbek sygnału wejściowego, które zapewnia szybkie i efektywne adaptowanie się do rzeczywistej wartości parametru α w oparciu o sekwencyjną obserwację zmian jego oszacowania α^* oraz orzekanie tej decyzji, z którą związane jest mniejsze prawdopodobieństwo ważonych błędów binarnych I-go i II-go rodzaju związanych z zarejestrowaniem w danej chwili t_n konkretnego wyniku pomiarowego, przy czym rodzaje błędów binarnych tu wymienione są ogólnie znane. Decyzja x^* o aktualnym stanie mierzonej cechy badanego procesu orzekana jest w momencie, kiedy układ już się zaadaptował (w granicach błędu) do rzeczywistej wartości nieznanego parametru (alfa).

Formalne działanie układu według wynalazku ilustruje figura 2, na której poszczególne skrzynki określają binarne operacje spełniające (tak) warunek lub niespełniające (nie) warunku logicznego od jakiego zależy przejście do odpowiedniej kolejnej operacji zgodnie z kierunkiem strzałek.

Przykładem zastosowania wynalazku może być z jednej strony automatyczne sterowanie procesami produkcyjnymi w przemyśle chemicznym, takimi jak przetwórstwo ropy naftowej czy rafinacja siarki, a z drugiej strony zautomatyzowane kierowanie ruchem lotniczym w oparciu o dane radiolokacyjne.

Ciągi sygnałów binarnych w tym pierwszym zastosowaniu podawane na wejście układu wg wynalazku i oznaczane $\vec{y}$, reprezentują wyniki obserwacji dokonywanych czujnikami pomiarowymi zmian ilościowych i składu surowców czy półproduktów, a uprzednio skomulowanych i wstępnie przetworzonych znanymi sposobami.

Rolę nieznanego parametru alfa jako parametru funkcji opisującej dany proces, oszacowanie wartości którego jest niezbędne dla poprawienia efektywności całego procesu, spełnia stężenie wagowe

reagenta w danej objętości przepływającej ropy lub siarki w danym wsadzie rudy. Rolę z góry zadawanego parametru beta spełnia tutaj oczekiwana wartość zanieczyszczeń w przerabianej w danym czasie masie surowca; natomiast stosunek zadawanych wag W_1 , W_0 ma tutaj sens czynnika wpływającego na okresową zmianę celu danego procesu tj. regulującego czy bardziej nam zależy na jakości i składzie (czystości technologicznej) czy też na ilości produktu końcowego.

Chwila wprowadzenia sygnału czasu t_p odpowiada momentowi rozpoczęcia tej fazy procesu technologicznego, z którą związana jest kontrolowana masa surowca lub półproduktów. Sygnały binarne oznaczone symbolem x^* ukazujące się na wyjściu układu, a oznaczające decyzje co do przejścia do jednego z dwóch możliwych w danym przypadku reżimów technologicznych, mają sens wyjść sterujących regulatora nadrzędnego.

W drugiej grupie zastosowań, ciągi sygnałów wejściowych reprezentują dyskretne próbki sygnału wizyjnego radiolokatorów; parametr (alfa) odpowiada parametrowi rozkładu prawdopodobieństwa sygnału użytecznego zakłóconego szumami, a parametr (beta) odpowiada parametrowi rozkładu prawdopodobieństwa samego szumu.

Sygnał czasu t_p podawany jest do układu w momencie uzyskania wiadomości liniami łączności samolot — ziemia o znajdowaniu się statku powietrznego w aktualnie kontrolowanym wycinku przestrzeni.

Stosunek wag jest czynnikiem regulującym czułość systemu kontroli w sensie bezpieczeństwa lotów z jednej strony i przeciążenia systemu kontroli z drugiej.

Sygnały wyjściowe z układu według wynalazku reprezentują decyzje rozstrzygające czy obserwowany statek powietrzny wchodzi pod kontrolę czy też nie.

Układ decyzyjny według wynalazku przedstawia sobą zdeterminowany automat skończony, adaptujący się do własności alfabetu wejściowego i może być zrealizowany w dowolnej technice cyfrowej zarówno elektronicznej jak i pneumatycznej, hydraulicznej, optycznej itp. Wynalazek umożliwia więc uzyskanie wysoce sprawnego i stosunkowo prostego urządzenia decyzyjnego szczególnie przydatnego przy sterowaniu szybko zmiennymi procesami produkcyjnymi w warunkach niepewności co do stanu samego procesu i zakłóceń.

Zastrzeżenia patentowe

1. Adaptacyjny układ decyzyjny, **znamienny tym**, że zbudowany jest z członu wejściowego (A) składającego się ze znanych liczników par liczb (l) i (k), członu oszacowującego (B) wartość nieznanego parametru (alfa) od którego to parametru zależy gęstość prawdopodobieństwa próbek dykretnego sygnału pomiarowego $\frac{\rightarrow 1}{y}$ oraz członu (C) obliczająco-porównującego wynik (α^*) oszacowania tego nieznanego parametru (α) lub dolną granicę ufności tego oszacowania dla każdej pary liczb (l) i (k) i obliczającego każdorazowo stosunek wiarygodności a następnie porównującego ten stosunek z danym progiem wagowym przy z góry ustalonych parametrach wejściowych, a wszystkie te człony są połączone ze sobą w pętlę sprzężenia w przód.

2. Adaptacyjny układ według zastrz. 1 **znamienny tym**, że człon oszacowujący (B) ma układ wprowadzania wartości czasu (t_p) rozpoczęcia adaptowania się układu do nieznannej wartości parametru (alfa), natomiast człon obliczająco-porównujący (C) ma układ wprowadzania wartości parametru (beta), od którego zależą własności statystyczne procesu pasożytniczego, najkorzystniej zakłóceń szumowych lub zanieczyszczeń oraz wartości stosunku arbitralnych wag (W_1) do (W_0) decydujących o czułości układu decyzyjnego.

3. Adaptacyjny układ według zastrz. 1 i 2 **znamienny tym**, że w układzie wejściowym (A) znajduje się układ dostosowujący wejście do odbioru ciągów binarnych próbek sygnału wejściowego o własnościach statystycznych zależnych od parametru o nieznannej z góry wartości — przy czym poszczególne próbki tego sygnału, pobierane kolejno w miarę upływu chwil ich pojawiania się, służą nie tylko dla bezpośredniej oceny wyników pomiaru ale także dla uczenia się aktualnej wartości tego nieznanego parametru drogą bieżącego oszacowywania jego wartości.

4. Adaptacyjny układ według zastrz. 1—3 **znamienny tym**, że w członie obliczająco-porównującym (C) znajduje się układ początku i końca postępowania decyzyjnego, który dla najmniejszej długości l pobieranej sekwencyjnie próby sygnału wejściowego przy której zachodzi równość wartości stosunku wiarygodności dla długości l oraz l+1 tej próby, orzeka decyzję wyjściową odpowiadającą wynikowi porównania stosunku wiarygodności, dla l elementowej sekwencji, z progiem wagowym.

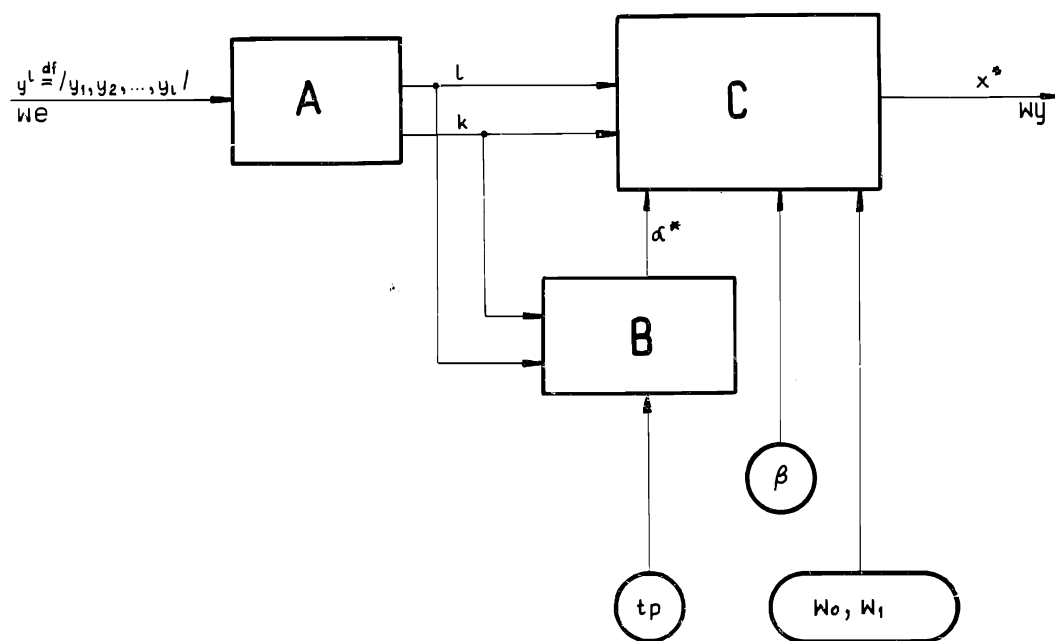


Fig. 1