

Jadwiga DĄBROWSKA
Instytut Automatyki
Politechnika Śląska

OCENA CZASU DEKODOWANIA INFORMACJI POMIAROWEJ PRZEZ JEDNOSTKĘ CENTRALNĄ SYSTEMU TELEMETRYCZNEGO PRZY ROŻNYCH KODACH ZABEZPIECZAJĄCYCH PRZED BŁĘDAMI TRANSMISJI

Streszczenie. W artykule dokonano oceny czasu dekodowania informacji pomiarowej przez jednostkę centralną systemu telemetrycznego przy zastosowaniu kodu z wielokrotnym powtarzaniem i większościową regułą odbioru oraz kodu cyklicznego. Przedstawiono rezultaty uzyskane przy zastosowaniu minikomputera MERA 306 i kalkulatora HP9820A.

1. Wprowadzenie

W ramach prac prowadzonych przez Instytut Automatyki Politechniki Śl. nad "Opracowaniem i wdrożeniem pilotowego systemu wodno-gospodarczego na obszarze Górnego Śląska" zaprojektowany został system telemetryczny umożliwiający zbieranie informacji pomiarowych. Informacje z punktów pomiarowych rozproszonych na obszarze aglomeracji są zbierane poprzez sieć stacji zdalnych przy wykorzystaniu komutowanej automatycznie sieci telefonicznej [1].

Jednym z podstawowych wymagań stawianych systemom transmisyjnym jest wysoka wierność przekazywanej informacji. Błędy powstające w torze transmisyjnym powstają nie tylko na skutek zakłóceń, ale również wynikają z warunków transmisji. W dążeniu do zapewnienia wysokiej wierności transmisji zastosowano w zaprojektowanym systemie kodowe metody zabezpieczenia przed błędami w połączeniu z decyzyjnym sprzężeniem zwrotnym. Istniejące obecnie metody konstruowania kodów o zadanych parametrach są opracowane przy założeniu niezależności błędów elementarnych. Nie ma natomiast ogólnych metod doboru i optymalizacji kodów dla rzeczywistych kanałów dyskretnych, charakteryzujących się statystycznymi zależnościami w pojawianiu się błędów [4]. Stąd też dla opracowanego zestawu urządzeń telemetrycznych wybór kodu posiadał charakter decyzji heurystycznej weryfikowanej na podstawie informacji doświadczalnych o jakości transmi-

sji w stosowanym kanale dyskretnym [2]^{x/}. Wśród postawionych w stosunku do poszukiwanego sposobu kodowania wymagań istotnym czynnikiem jest zapewnienie dużej szybkości pracy systemu. Ma to szczególne znaczenie przy uwzględnieniu długiego czasu nawiązywania połączeń i dużego prawdopodobieństwa strat wywołań telefonicznych. Biorąc równocześnie pod uwagę liczbę stacji zdalnych obsługiwanych przez stację zbiorczą jak i wymaganą częstość pomiarów przy wyborze metody kodowego zabezpieczenia przed błędami należy uwzględnić czas, jaki jest potrzebny maszynie cyfrowej na przeprowadzenie dekodowania. Programy, w których realizowane są procesy dekodowania kodów cyklicznych i kodów z wielokrotnym powtórzeniem, zostały uruchomione na wykorzystywanym w stacji centralnej systemu minikomputerze MERA 306 w jego języku wewnętrznym.

Dla porównania otrzymanych rezultatów przy wykorzystaniu maszyny cyfrowej o odmiennej organizacji napisane zostały programy wg identycznych algorytmów na kalkulatorze HP9820A.

2. Dekodowanie kodu z wielokrotnym powtarzaniem i większościową regułą odbioru

Kodowanie z wielokrotnym powtarzaniem i większościową regułą odbioru polega na m -krotnym powtórzeniu ciągu informacyjnego. Transmisję uważa się za poprawną, jeżeli spośród m powtórzeń co najmniej k powtórzeń zostanie odebranych identycznie. Zaletą tej metody kodowania jest prosta budowa kodera oraz prosty algorytm dekodowania, którego schemat blokowy przedstawia rys.1. Schemat ten obejmuje n wyrazów, z których każdy jest m -krotnie powtórzony, a wymagana krotność zgodnych powtórzeń wynosi k ($k > \frac{m}{2}$).

Początkowy fragment programu oprócz ustawienia odpowiednich warunków i adresów obejmuje porównywanie ciągu informacyjnego ze wszystkimi swoimi powtórzeniami. Zgodne z ciągiem informacyjnym powtórzenia są zliczane. W przypadku, gdy wszystkie ciągi powtórzeń są zgodne ($w = 0$), ciąg ten zostaje zapisany w odpowiednim obszarze pamięci i program sprawdza, czy dekodowanie zostało przeprowadzone dla wszystkich n wyrazów. W przypadku, gdy występują przekłamania ($w \neq 0$), kolejny ciąg zostaje ustawiony jako "nowy wzorzec". Z wzorcem tym są porównywane następujące po nim ciągi. Można przeprowadzić co najwyżej $y = m - k + 1$ takich porównań. Liczba n zgodnych powtórzeń z każdym wzorcem zostaje zapisana w tablicy. Następnie wśród liczb tablicy poszukiwana jest wartość maksymalna

^{x/}Przeanalizowano możliwość zastosowania dwóch rodzajów kodów : cyklicznego oraz kodu z wielokrotnym powtórzeniem i większościową regułą odbioru.

Max n . Spełnienie warunku $\text{Max } n \gg k$ powoduje przyjęcie informacji i zapisanie jej we właściwym obszarze pamięci. W przeciwnym przypadku następuje ponowne żądanie przesłania informacji, co nie wchodzi w zakres omawianego zagadnienia.

3. Dekodowanie kodu cyklicznego

Kody cykliczne są obecnie najczęściej stosowaną klasą kodów zarówno w systemach transmisji danych, teledystrybucji i telemechaniki. Charakteryzują się dużą efektywnością detekcji błędów.

Binarny blokowy kod liniowy (n, k) jest kodem cyklicznym, jeśli wielomiany kodowe $S(x)$ są podzielne bez reszty przez swój wielomian generujący $g(x)$; (n - długość ciągu kodowego, k - długość ciągu informacyjnego) [3]. Spośród możliwych kodów cyklicznych wybrano dwa kody $(31, 16)$ i $(21, 16)$ [2]. Wielomiany generujące dla tych kodów na podstawie tablicy pierwiatków wielomianów generujących wynoszą odpowiednio :

dla kodu $(31, 16)$ $g(x) = x^{15} + x^{11} + x^{10} + x^9 + x^8 + x^7 + x^5 + x^4 + x^3 + x^2 + x + 1$

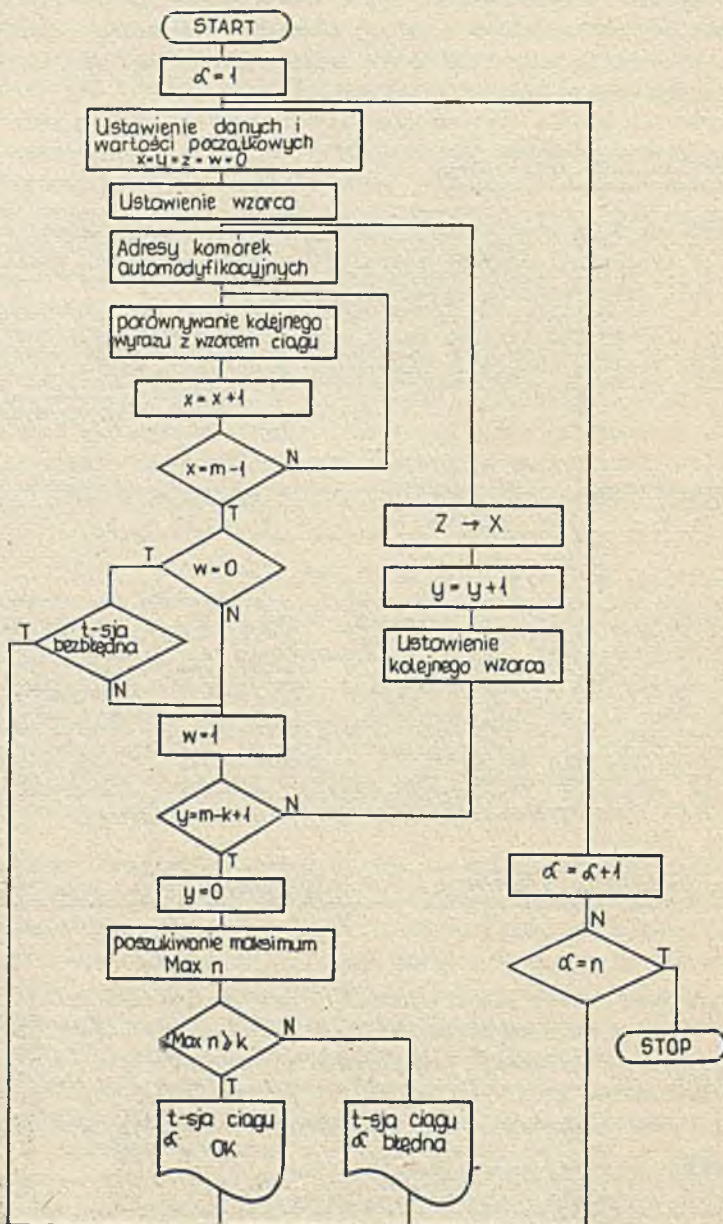
dla kodu $(21, 16)$ $g(x) = x^5 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$

Proces dekodowania polega na dzieleniu ciągu kodowego $s(x)$ przez właściwy wielomian generujący $g(x)$ i przeszukiwaniu takich ciągów kodowych, które dzielą się bez reszty przez $g(x)$. Operacja dzielenia wielomianów binarnych różni się od analogicznych operacji dla wielomianów o współczynnikach z ciała liczb rzeczywistych tym, że operacja dodawania iloczynów cząstkowych zastąpiona jest operacją sumowania modulo dwa. Uproszczony schemat blokowy algorytmu dekodowania przedstawia rys.2.

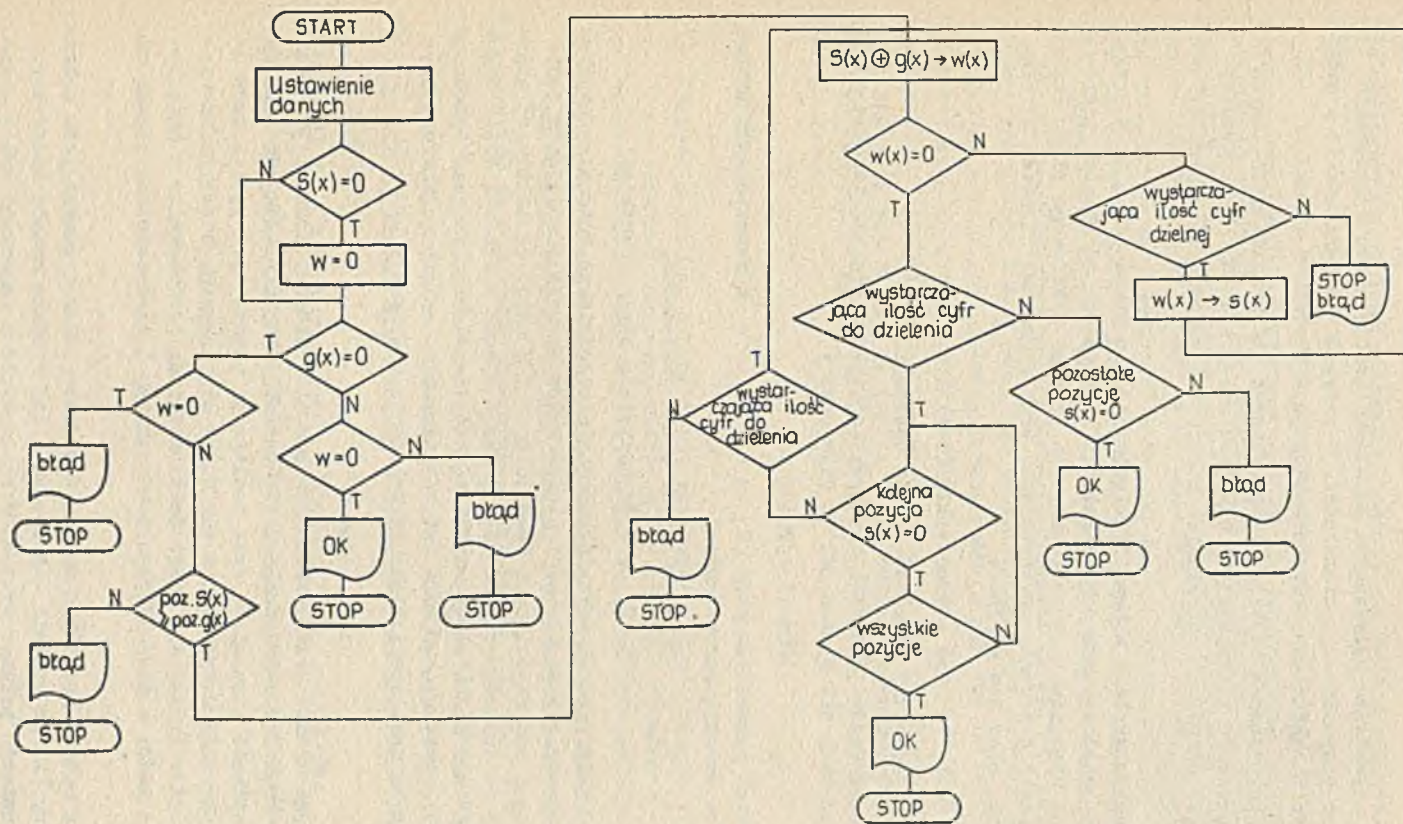
4. Analiza porównawcza kodów - porównanie czasów potrzebnych na dekodowanie

Omówione dwie metody zabezpieczenia przed błędami transmisji zostały porównane z uwagi na czas dekodowania, w jakim ta operacja przeprowadzana jest w maszynie cyfrowej. Zagadnienie to nie jest wprawdzie rozwiązywalne jednocześnie, lecz przy zachowaniu pewnych reguł porównanie takie jest możliwe do przeprowadzenia. Uwzględniono tu następujące czynniki :

- wykorzystanie identycznego sprzętu,
- realizacja programów przez tę samą osobę,
- dobór optymalnego algorytmu,
- dobór krótszych rozkazów,
- symulację danych umożliwiającą wykorzystanie wszystkich pętli programu,
- porównywanie czasów dla tych samych danych.



Rys.1. Uproszczony algorytm dekodowania kodu z wielokrotnym powtarzaniem i większością regułą odbioru



Rys.2. Uproszczony schemat blokowy algorytmu dekodowania kodu cyklicznego

Dodatkowym czynnikiem wpływającym na minimalizację czasu dekodowania jest problem optymalizacji translacji. W przypadku programowania w języku wewnętrznym zagadnienie to nie występuje.

Analiza porównawcza została przeprowadzona dla symulowanych danych przy uwzględnieniu rzeczywistych warunków pracy systemu [2]. Dotyczy to zasadniczo długości przesyłanych ciągów informacyjnych i przyjętych parametrów kodów.

Jak wskazuje analiza schematów blokowych, czas dekodowania t_1 w przypadku kodu z wielokrotnym powtarzaniem silnie zależy od jakości transmisji, tj. od wystąpienia przekłamań. Dla jednego 8-bitowego ciągu informacyjnego ($n=1$) n -krotnie powtórnego, przy wymaganej liczbie k ciągów zgodnych, czas ten wynosi :

$$t_1 = 730 + 334k + 112(m-1) T,$$

gdzie : T - jednostka maszynowa, czas operacji.

W przypadku zgodności wszystkich ciągów kodowych z ciągiem informacyjnym algorytm znacznie się upraszcza, co daje czas :

$$t_2 = 112(m-1) + 204 T.$$

Dla przyjętych parametrów kodu [2] $m = 7$, $k = 4$ w rzeczywistym systemie czasy te wynoszą odpowiednio :

$$t_1 = 988 T \quad - \quad \text{przy braku przekłamań,}$$

$$t_2 = 2850 T \quad - \quad \text{gdy występują błędy transmisji.}$$

Dla kodów cyklicznych algorytm dekodowania (zgodnie ze schematem na rys. 2) zależy zasadniczo od długości ciągów kodowych oraz w mniejszym stopniu od postaci sum częściowych "modulo dwa". Z uwagi na zależność algorytmu pracy od konkretnych wartości pozycji ciągów i ich sum częściowych "modulo dwa" nie można podać ściśle ogólnej zależności na czas dekodowania. Dla wykorzystywanego kodu (21,16) minimalny czas w najkorzystniejszym przypadku realizacji algorytm dekodowania wynosi :

$$t = 2968 T$$

Uwzględniając wyniki przeprowadzonych pomiarów jakości transmisji, które spełniały warunek o dopuszczalnej elementowej stopie błędów, na czas dekodowania wpłynęło zasadniczo czas realizacji najkrótszej pętli. Jest on prawie trzykrotnie mniejszy niż dla kodów cyklicznych. W przypadku wystąpienia błędów transmisji czasy dekodowania są porównywalne z małą korzyścią dla kodów z wielokrotnym powtarzaniem i większościową regułą odbioru.

Uzyskane wyniki pozwalają dołączyć jeszcze jeden argument poza zbranymi w pracy [2] po stronie zastosowania tej właśnie metody kodowania. Przy uruchomieniu pełnego systemu w rzeczywistych warunkach pracy i du-

zym obciążeniu jednostki centralnej czynnik ten będzie odgrywał istotną rolę.

Dla porównania otrzymanych rezultatów w przypadku minikomputera o odmiennej organizacji uruchomiono programy wg identycznych algorytmów na kalkulatorze HP9820A. Przeprowadzona analogicznie jak poprzednio symulacja danych pozwala na potwierdzenie poprzedniego rezultatu o krótszym czasie dekodowania dla kodów z wielokrotnym powtarzaniem. Dla praktycznie wykorzystywanych danych i braku przekłamań transmisji czas dekodowania dla kodów z wielokrotnym powtarzaniem stanowi 60% czasu dla kodu cyklicznego, a w przypadku błędów transmisji czasy są porównywalne.

Wyniki uzyskane na obydwóch maszynach ściśle zależą od zastosowanych parametrów kodów. W m.c. MERA 306 istotniejszy wpływ na czas dekodowania wywiera długość ciągu informacyjnego, podczas gdy dla kalkulatora HP9820A czas ten wydłuża zasadniczo krotność powtórzeń. Dla 16-bitowego ciągu informacyjnego uzyskuje się już zasadniczo odmienne relacje między omawianymi czasami. Potwierdza to tezę o konieczności przeprowadzenia wyboru kodu ze względu na postawione wyżej kryterium w rzeczywistych warunkach pracy systemu.

LITERATURA

- [1] Koncepcja systemu optymalnego, kompleksowego sterowania rozrzędem wód w obszarze wodno-gospodarczym GOP. Synteza opracowań w problemie węzłowym 10.1.2. Instytut Automatyki Pol.Śl., Gliwice 1975 (niepubl.)
- [2] SOBSTEL J. - Analiza i dobór parametrów systemu telemetrycznego na komutowanych łączach telefonicznych. Praca doktorska. Gliwice 1979.
- [3] SEIDLER J. - Systemy przesyłania informacji cyfrowej. WNT, W-wa 1976.
- [4] KANAL L., SASTRY A.R.K. - Models of channels with memory and its use to errors control. Proceedings of the IEEE, No 7, July, 1978.
- [5] KUZMLIN I, KEDRUS W., - Osnovy teorii informacji i kodowania. Kijów 1977.
- [6] BARAN Z. - Problemy transmisji danych. WKiŁ, W-wa 1979.
- [7] Opis funkcjonalny - MOMIK 8b. Zasady działania. W-wa 1974.

ОЦЕНКА ВРЕМЕНИ ДЕКОДИРОВАНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЕДИНИЦЕЙ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ КОДОВ ПРЕДОХРАНЯЮЩИХ ОТ ОШИБОК ПЕРЕДАЧИ

Резюме

В статье проведено оценку времени декодирования измерительной информации центральной единицей телеметрической системы в случае применения кода с многократным повторением и приёмном по принципу большинства а также циклического кода. Представлено результаты полученные при использовании миникомпьютера MERA 306 и счётной машины P 9820A.

AN EVALUATION OF THE MEASUREMENT INFORMATION DECODING TIME BY THE CENTRAL OF THE TELEMETRIC SYSTEM FOR DIFFERENT ERROR CONTROL CODES

Abstract

An evaluation of the measurement information decoding time by the central unit of the telemetric system using the multiple repeating method, the majority rule and the cyclic code is being presented in the paper. There are discussed results achieved for MERA 306 minicomputer and HP982A calculator.