**12. Metody naprawiania błędów w systemach teleinformatycznych.**

BCC (Block Check Character):

* Znak lub sekwencja kontrolna generowana przez algorytm kontrolny przed wysłaniem wiadomości przez łącze danych
* Odbiorca porównuje sekwencje kontrolną z odebraną

Suma CRC (Cyclic Redundancy Check)

* Wykorzystywana przy przesyle wiadomości/danych I magazynowaniu ich

Protokoły i mechanizmy zapobiegające błędom (BCC i CRC są ich uzupełnieniem):

* TCP (wiadomo, protokół połączeniowy wymagający potwierdzenia przesłania danych, w skład którego wchodzą również CRC i BCC)
* CSMA/CD i CSMA/CA – mechanizmy wykorzystywane w sieciach bezprzewodowych do detekcji (CD) i uniknięcia (CA) kolizji przy komunikacji/sygnalizacji/przesyłaniu
* QoS – jakość usług, czyli gwarancja bezpieczeństwa, szerokości pasma, zasobów obliczeniowych etc..

**Detekcja i korekcja błędów**

Do detekcji i korekcji pojedynczych błędów transmisji stosuje się blokowe sekwencje znaków kontrolnych. Powszechnie stosowaną korekcją jest sekwencja BCC (*Block Check Character*) przedstawiająca znak lub sekwencję znaków generowaną przez algorytm kontrolny przed wysłaniem wiadomości w łącze transmisji danych. Urządzenie odbiorcze porównuje odtworzoną sekwencję kontrolną z sekwencją odebraną, aby stwierdzić, czy wystąpiły błędy transmisji. Wykorzystuje się przy tym następujące metody protekcji:

* pionowe sprawdzenie danych VRC (*Vertical Redundancy Checking*), polegające na generowaniu bitu parzystości dla każdego znaku;
* wzdłużną kontrolę danych LRC (Longitudinal Redundancy Checking), polegającą na obliczeniu parzystości dla kolejnych bitów: pierwszego, drugiego itd. — we wszystkich znakach w przesyłanym bloku. Kontrolę LRC łączy się często z VRC;
* cykliczną kontrolę danych CRC (*Cyclic Redundancy Checking*).

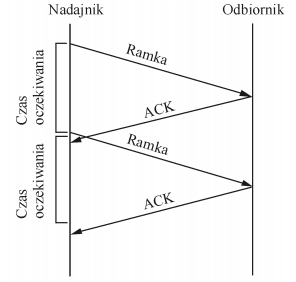
Przy protekcji CRC blok informacyjny traktuje się jako wielomian, który w nadajniku dzieli się modulo 2 przez wielomian CRC, zwykle szesnastego stopnia (CCITT zaleca kilka, popularnym jest x16+x12+x5+1). Otrzymana reszta tworzy 16-bitową sekwencję kontrolną FCS (*Frame Check Sequence*) transmitowaną na końcu bloku. W odbiorniku odebrany blok informacyjny również dzieli się przez taki sam wielomian. Przez porównanie otrzymanej reszty z dzielenia z odebraną sekwencją kontrolną można stwierdzić wystąpienie błędu transmisji. Brak zgodności sekwencji wymusza przesłanie odpowiedniej informacji kanałem sprzężenia powrotnego i retransmisję błędnych bloków.

**ARQ** (Automatic Repeat reQuest), czyli automatyczne żądanie powtórzenia to metoda pozwalająca na **wykrywanie błędów** w transmisji danych połączona z **retransmisją** błędnych bloków. Działa ona w drugiej warstwie – łącza danych. Wykrywanie błędów odbywa się za pomocą kodów CRC (Cyclic Redundancy Check) oraz HEC (Header Control Check). Decyzja o retransmisji podejmowana jest na podstawie otrzymania, bądź nie potwierdzenia otrzymania ramki przez odbiornik.

Metoda ARQ wymaga, by transmisja odbywała się w full lub półdupleksie, wspiera także broadcast i multicast. ARQ może wykorzystywać wiedzę o aktualnej możliwej maksymalnej szybkości transmisji czy o wartości transmitowanej mocy w sieci bezprzewodowej.  
  
**Algorytmy ARQ**  
  
Wyróżnia się dwie różne techniki retransmisji używanej przez protokół ARQ:

* Stój i czekaj (Stop-and-Wait)
* Przesuwne okno (Sliding-Window):
  + Wróć o N (Go-back-N)
  + Powtórzenia wybiórcze (Selective-reject)

**Stój i czekaj**  
  
Stój i czekaj to najprostsza i zarazem najmniej wydajna technika retransmisji. Polega ona na tym, że po nadaniu ramki nadajnik czeka na potwierdzenie określoną ilość czasu, jeśli nie dostanie potwierdzenia od odbiornika lub dostanie je po upływie czasu oczekiwania retransmituje daną ramkę.



W pewnym przypadku, pokazanym na rysunku, może dojść do takiej sytuacji, że odbiornik uważa, że retransmitowana ramka jest już kolejną ramką, dlatego aby przeciwdziałać takim sytuacją wprowadzono jednobitowe pole zwane numerem sekwencyjnym.  
  
**Przesuwne okno**  
  
Metoda przesuwnego okna jest trudniejsza w implementacji niż technika Stój i Czekaj, jednak charakteryzuje się ona większą wydajnością. Przesuwne okno to określona liczba ramek, jaką nadajnik jest w stanie wysłać bez wymaganego potwierdzenia każdej z nich. W ramach przykładu załóżmy, że rozmiar okna wynosi 6 – czyli nadajnik wysyła kolejno 6 ramek niezależnie od przychodzących, bądź nie potwierdzeń każdej z nich. Jednak, gdy nadajnik chce wysłać 7 ramkę musi dostać od odbiornika potwierdzenie przyjścia ramki 1 – na tej zasadzie okno się przesuwa. Tutaj również wyróżnia się czas oczekiwania na potwierdzenie.  
W przypadku, gdy ramka nie doszła do odbiornika, a więc nadajnik nie otrzymał potwierdzenia następują retransmisja, która odbywać się może wg poniższych schematów:

* Wróć o N
* Powtórzenie wybiórcze

**Wróć o N**  
  
Dla przykładu przesuwne okna ma szerokość 7 ramek, następna oczekiwana ramka posiada numer 5, jednak odbiornik otrzymał ramkę 6. Odbiornik może nic nie robić i nadal oczekiwać ramki 5 lub nadać jeszcze raz potwierdzenie dostarczenia ramki 4 (wskazówka dla nadajnika, że musi przesłać ramkę 5).  
Nadajnik nie otrzymuje potwierdzenia ramki 5, więc wraca o N ramek (zależy od czasu oczekiwania, maksymalnie o 6) i retransmituje ramkę 5 i kolejne, także te, które wcześniej zostały przesłane i odebrane poprawnie przez odbiornik.  
  
**Powtórzenie wybiórcze**  
  
W przypadku potwierdzenia wybiórczego odbiornik posiada bufor, w którym przechowa kolejne odebrane ramki (w przypadku przedstawionym na rysunku, będą to ramki 6 i 7). Nadajnik nie otrzymuje potwierdzenia ramki 5, więc cofa się i retransmituje jedynie tę ramkę. Ta metoda jest najbardziej wydajna – minimalizacja retransmisji.  
  
**Efektywność systemu**  
  
Z punktu widzenia użytkownika, jakość systemu ARQ charakteryzuje parametr zwany efektywnością lub sprawnością systemu. Liczony jest on, jako stosunek maksymalnej przepustowości kanału do szybkości bitowej danych płynących ze źródła.  
W ogólnym przypadku najmniej wydajną metodą jest Stój i czekaj, dużo lepiej radzi sobie metoda Przesuwnego Okna, jednak tutaj także widać wyraźną różnicę pomiędzy algorytmem Wróć o N, który jest mniej wydajny od Powtarzania Wybiórczego.

Forward error connection