

**Programy a eseje pro samoopravné kódování****Kodér a dekodér CRC****Teória**

CRC, teda Cyclic Redundancy Check, je algoritmus, ktorý dokáže odhaliť nekonzistentnosť a chybovosť prenášaných dát. Využíva kontrolný súčet (kontrolné bity), ktorý je pripojený k prenášaným dátam.

Binárne čísla používané v CRC sa nepovažujú za celočíselné hodnoty, ale za polynómy, ktoré používajú skutočné bity ako koeficienty.

Napríklad vstupné dáta:

0x25 = 0010 0101 sú symbolizované ako:

$$0 \cdot x^7 + 0 \cdot x^6 + 1 \cdot x^5 + 0 \cdot x^4 + 0 \cdot x^3 + 1 \cdot x^2 + 0 \cdot x^1 + 1 \cdot x^0.$$

Delenie tohto polynómu kontrolným (inak nazývaným aj **generujúcim**) polynómom je založené na funkcii XOR (exclusive-or). Delenec sú vstupné dáta (slovo) a deliteľ (generujúci polynóm) je definovaný a nemenný. Pre CRC- $n$  zakódované slovo platí, že jeho generujúci polynóm má dĺžku  $(n+1)$  bitov. Pri počítaní sa na koniec vstupných dát pridá  $n$  nulových bitov.

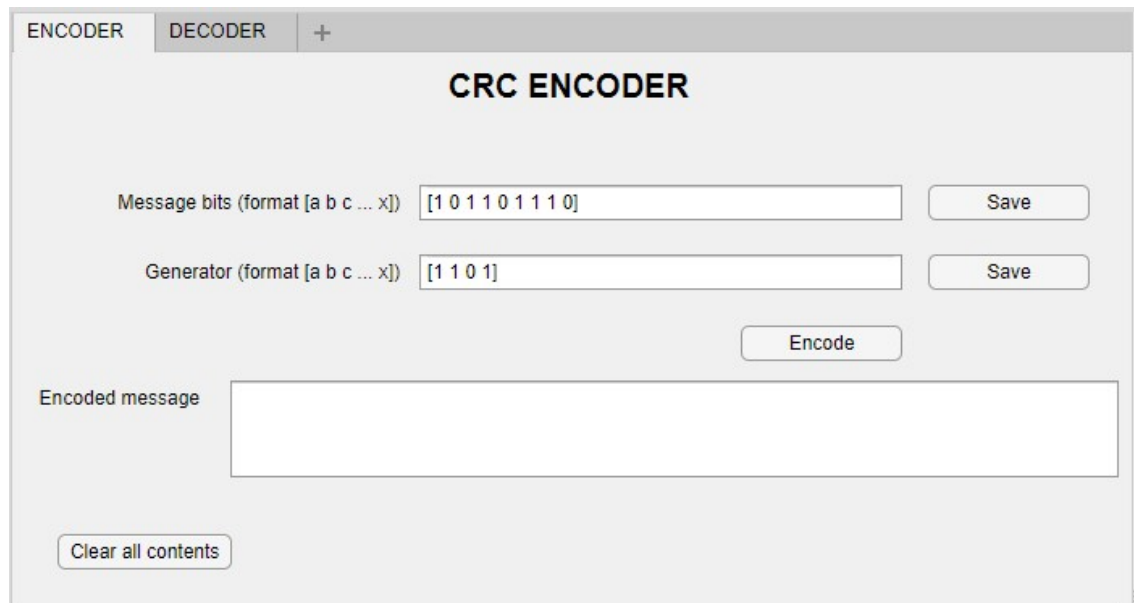
Pri delení polynómov je vždy prvá 1 delenca zarovnaná s prvou 1 deliteľa. To znamená, že sa deliteľ pohybuje o premenný krok, nie vždy nutne o jeden bit. Keď algoritmus vynuluje každý bit skutočnej vstupnej informácie, zastaví sa. Zvyšok (dĺžkou  $n$ ) sa napíše miesto nulového doplnku za vstupnú informáciu. Tento reťazec je zakódovaný CRC a pripravený na odoslanie.

Pri spätnom dekódovaní sa postupuje rovnako. Cieľom je opäť vynulovať všetky bity skutočnej vstupnej informácie. Zvyšok s dĺžkou  $n$  nasledujúci po vstupnej správe môže byť nulový, alebo nenulový. Nenulový zvyšok vždy signalizuje chybu v prenose.

Všetky jednotlivé bitové chyby v rámci periódy bitového filtra je možné jednoznačne identifikovať podľa ich zvyšku. Metódu CRC teda možno použiť aj na opravu jednobitových chýb. Pretože všetky nepárne chyby zanechávajú nepárny zvyšok, je možné rozlíšiť všetky párne aj nepárne zvyšky, 1-bitové chyby a 2-bitové chyby. Rovnako ako iné techniky SECDED však CRC nemôžu vždy rozlišovať medzi 1-bitovými chybami a 3-bitovými chybami. Keď sa v bloku vyskytnú 3 alebo viac bitových chýb, korekcia bitových chýb CRC bude sama o sebe chybná a spôsobí ďalšie chyby.

## Užívateľský popis programu

Program vytvorený za účelom kódovania a dekódovania CRC funguje ako užívateľská aplikácia s rozhraním vytvoreným v prostredí MATLAB App Designer. Táto aplikácia má dve záložky. Po spustení sa užívateľ dostane do záložky pre zakódovanie správy ako na obrázku:



The screenshot shows the 'CRC ENCODER' application window. At the top, there are two tabs: 'ENCODER' (selected) and 'DECODER'. The main title 'CRC ENCODER' is centered. Below the title, there are two input fields: 'Message bits (format [a b c ... x])' with the value '[1 0 1 1 0 1 1 1 0]' and 'Generator (format [a b c ... x])' with the value '[1 1 0 1]'. Each input field has a 'Save' button to its right. Below these fields is an 'Encode' button. At the bottom left, there is a 'Clear all contents' button. The 'Encoded message' label is positioned to the left of a large empty text box.

Užívateľ zadá správu, ktorú chce kódovať do editovateľného políčka s názvom *Message bits* a klikne na tlačítko uložiť (*Save*). Rovnako postupuje aj v prípade generátora v poli *Generator*. Po stlačení tlačítka *Encode* prebehne algoritmus a správa sa zakóduje. Výsledok je zobrazený v poli s názvom *Encoded message*. Tlačítko *Clear all contents* funguje na vymazanie všetkých polí nezávisle na tom, či program prebehol alebo nie. Zároveň je možné zmeniť vstupné dáta opätovným stlačením *Save* po prepísaní hodnôt v príslušných poliach.

Po prepnutí záložky na *DECODER* program funguje veľmi podobne ako v prvom prípade. Textové polia *Received data* a *Generator* vyplňuje užívateľ. Ich obsah sa ukladá tlačítkami *Save*. Tlačítko *Decode* dekóduje obdržanú správu. Výsledok s vyhodnotením užívateľ dostane vo forme kontrolných bitov a komentára v poli *Check bits + evaluation*.

ENCODER

DECODER

+

CRC DECODER

Received data (format [a b c ... x])

Generator (format [a b c ... x])

Check bits  
+ evaluation