

DIGITÁLIS TECHNIKA I

Dr. Lovassy Rita

Dr. Pődör Bálint

Óbudai Egyetem KVK
Mikroelektronikai és Technológia Intézet

10. ELŐADÁS



1

ALÁÍRÁSPÓTLÁS

Neptunban van meghirdetve, és ott is kell jelentkezni:

Időpont

December 15

14 óra

Mindenkinek aki elégtelen (1) zárthelyit írt, azoknak akik nem írtak zh-t, ill. akik házi feladatot pótolnak.

2

BEJEGYZÉSEK A NEPTUNBA

A Neptunba a következő bejegyzések kerülnek be:

Aláírva zárthelyi sikeres (legalább 2),
házi feladat beadva, a hiányzás a
megengedettnél kevesebb

Aláírás megtagadva

1-es vagy hiányzó zárthelyi, házi feladat,
hiányzás a megengedettnél kevesebb

Letiltva minden más esetben

3

Kódok, kódolás:

alapfogalmak

4

KÓD

Code (m) - francia szó, eredeti szűkebb
értelme a rejtjellel kapcsolatos.

Kód - információ kifejezésének, közlésének,
megjelenítésének egyik formája.

Kód - információt hordozó szimbólumok,
- szimbólumokból felépített szavak,
- szimbólumok és szavak összekapcsolási
szabályai.

Kód - előírás, mely egyazon információ két
ábrázolási formája közötti
kapcsolatot adja meg. A hozzárendelésnek
nem kell feltétlenül egyértelműen
megfordíthatónak lennie.

5

SZIMBÓLUMKÉSZLET

Azon elemi jelek összessége melyeket a kódolásra
felhasználhatunk.

Pl. tízes számrendszer (a mennyiségi információ egyik
kódja):

- tíz darab számjegy,
- tízedesvessző,
- előjel,
- szóköz.

Pl. bináris kód a digitális technikában:
- csak két szimbólum, 0 és 1.

6

KÓDSZÓ, KÓDVEKTOR

A szimbólumkészletből alkotott sorozat.
Definiálni kell az egyes jelek összekapcsolási, illetve az egyes szavak megkülönböztetésének szabályait.

Kétértékű (bináris) kód: az alkotóelem a bit.
A kódszavak különböző hosszúságúak lehetnek.

7

KÓDSZÓ KÉSZLET

Egy rendszerben használt kódszavak összessége.

Pl. egy beszélt nyelvben a használt összes szó.
A használt szavak a megengedett, az "értelmetlen" szavak a tiltott kódszavak.

Pl. szokásos BCD kód: 0111 megengedett, 1011 tiltott kódszó (tetrád, illetve pszeudotetrád).

8

SZÓHOSSZÚSÁG

A kódszóban lévő szimbólumok száma.

Fix és változó szóhosszúságú rendszerek.

Pl. az emberek személyi számai vagy adószámai fix szóhosszúságú, szokásos neveik pedig változó szóhosszúságú kódszavak.

9

BINÁRIS ÉS NEM BINÁRIS KÓDOK

Bináris kód – két elemű szimbólumkészlet.

Nem bináris kód – többelemű szimbólumkészlet.

Gyakorlati megvalósíthatóság: kétállapotú elemek előnyös tulajdonságai – bináris kód.

10

KÓDSZAVAK MAXIMÁLIS SZÁMA

Adott kódban a megkülönböztethető kódszavak maximális száma a szóhosszúságtól és a jelkészlet nagyságától függ.

Bináris kód: n – kódszavak hossza, akkor 2^n .

Pl. $n = 8$, ekkor 256 kódszó lehet. Lehetőségek:

természetes számok 0 - 255 (egyenes kód);
előjeles számok -128-tól +127-ig (2-es komplementum kód);

11

HAMMING TÁVOLSÁG

Két azonos szóhosszúságú **kódszó** HAMMING távolságát (D) úgy számítjuk ki, hogy a két kódszó azonos helyén álló elemeit összehasonlítjuk és megszámláljuk, hogy hány helyen áll különböző bit.

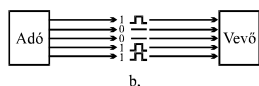
A **kódszókészlet** HAMMING távolsága: a kódszó készletelemei közötti legkisebb Hamming távolság.

12

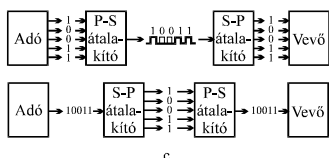
KÓDOLT INFORMÁCIÓ TOVÁBBÍTÁSA



Soros átvitel



Párhuzamos átvitel



Vegyes üzemmód

13

ADATÁTVITEL

Kódolt információ átvitele: többféle üzemmódban lehet

- soros,
- párhuzamos,
- vegyes.

Soros átvitel: csatornák száma kicsi, adatátvitel ideje nagy.

Párhuzamos átvitel: egyidejűleg több csatornán.

Vegyes üzemmód: a két átvitelfajta valamilyen kombinációja. Az adó és vevőoldali berendezések bonyolultabbak, és költségesebbek.

14

KÓDOK HIBAVÉDELMI KÉPESSÉGE



Általánosságban

$$2^k \geq m + k - 1$$

m információs bithez k ellenőrző bit szükséges

15

HIBAFELISMERŐ ÉS HIBAJAVÍTÓ KÓDOK

Legegyszerűbb hibafelismerési eljárás:

paritásbit átvitele

Két lehetőség

páros paritás
páratlan paritás

Kód Paritásbit
1 1 0 1 1
1 1 0 1 0

16

PÁROS PARITÁSBIT GENERÁLÁS

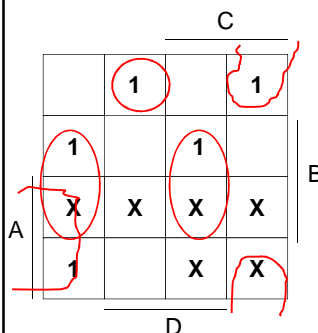
A	B	C	D	F
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	1
0	0	1	1	0
0	1	0	0	1
0	1	0	1	0
0	1	1	0	0
0	1	1	1	1
1	0	0	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	X
1	0	1	1	X
1	1	0	0	X
1	1	0	1	X
1	1	1	0	X
1	1	1	1	X

Egy $F(A,B,C,D)$ logikai függvény 4-bites **BCD** karaktereket egészít ki páros paritás bittel. Készítsen logikai hálózatot a megvalósításra.

$$F(A,B,C,D) = \sum((1, 2, 4, 7, 8) + (10-15))$$

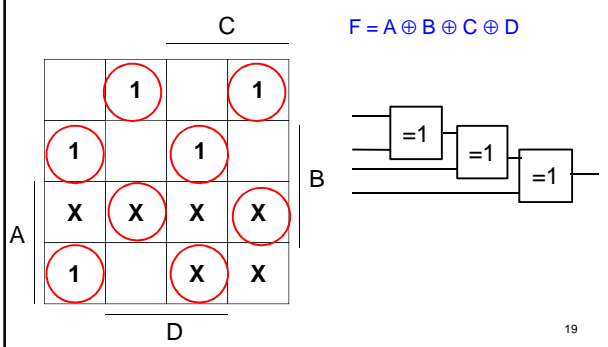
17

PÁROS PARITÁSBIT GENERÁLÁS

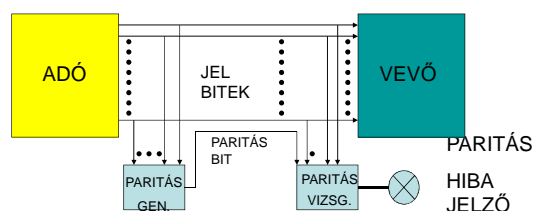


18

PÁROS PARITÁSBIT GENERÁLÁS



HIBAJAVÍTÁS



A hibajavítást blokkrendszerű adatátvitel esetén SOR és OSZLOP paritás ellenőrzésével is elvégezhetjük.

Ily módon egyetlen hiba a hibás sor és oszlop metszéspontjában van, így a hiba értékcsereével javítható²⁰

NUMERIKUS ÉS ALFANUMERIKUS KÓDOK

Információk két nagy csoportja:

- csak számot tartalmazó, **numerikus**,
- számokat és betűket tartalmazó, **alfanumerikus**.

Pl. **numerikus** kódokra:

- tiszta bináris kód, 1-es és 2-es komplement kód,
- binárisan kódolt decimális (BCD) számjegy kódok,
- egyéb bináris kódok, pl. Gray kód.

Pl. **alfanumerikus** kódokra:

- telex kód (5 bites)
- ASCII (American Standard Code for Information Exchange, 8 bites)

21

AZ ÁBRÁZOLANDÓ SZÁM ÉRTÉKÉN ALAPULÓ KÓDOK

- Fő szempont a műveletek minél egyszerűbb elvégzése
 - Bináris aritmetikához igazodó kód kell
- Előjeles számok ábrázolása
 - Ne legyen szükség külön kivonás műveletre
- Racionális számok ábrázolása
 - Pontosság
 - Nagyságrend

22

DECIMÁLIS SZÁMJEGYEK BINÁRIS KÓDOLÁSA

Információ ábrázolás és feldolgozás: tiszta bináris (és 1-es, valamint 2-es komplement) kód.

Adat be- és kivitel: tízes számrendszer.

10-es számrendszer egyes számjegyei (a 10 szimbólum, 0, 1, ... 9) kifejezése bináris kóddal:

binárisan kódolt decimális kód

Binary Coded Decimal (BCD)

23

TETRÁD KÓDOK TÍPUSAI ÉS ALGORITMUSAI

Súlyozott (helyi értékes) kódok

- "normál" (természetes) BCD kód, **Aiken** kód, stb.

Súlyozatlan kódok

- **Stibitz** (3 többletes) kód, **Glixon** kód és rokon egylépéses kódok, stb.

Tetrád kód: $a_4a_3a_2a_1$ $a_i = 0,1$

Súlyok: $s_4s_3s_2s_1$

Decimális számjegy értéke:

$$d = a_4s_4 + a_3s_3 + a_2s_2 + a_1s_1$$

24

SÚLYOZOTT TETRÁD KÓDOK

A legfontosabb súlyozott tetrád kódok súlyozásai:

8 4 2 1	normál v. természetes BCD kód
5 4 2 1	
2 4 2 1	(Aiken kód)
4 2 2 1	Aiken kód
5 3 1 1	
7 4 2 1	1-esek számát minimalizáló kód
7 4 -2 -1	

25

AIKEN KÓD

- 4,2,2,1 v. 2,4,2,1 helyértékek
- Többféle hozzárendelés lehetséges
- Aritmetika: kivonás helyett 9-es komplement +1 hozzáadása

$$d = 4a_4 + 2a_3 + 2a_2 + 1a_0$$

Tetrádok indexei: 0,1,2,3,6,9,12,13,14,15

26

AIKEN-IRODALMI ÁTTEKINTÉS

-1937-ben H. H. Aiken összefoglalta azokat a mérnöki elveket, melyek alapján - felhasználva a lyukkártya-gépeket, az automatikus telefonközpontok jelfogóit és kapcsoló szerkezeit - **felépíthető a automatikus számítógép.**

-1944. augusztusában bemutatták a Harvard Egyetemen az **Automatic Sequence Controlled Calculator**ot

-Működési sebessége: 2 szám összeadása 0.3 s,
szorzása 6 s,
osztása kb. 15 s

-72 db huszonháromjegyű szám (+előjel) tárolására vállalkozott
-Az adatokat lyukkártyáról, az utasításokat a villanyzongoránál használatoshoz hasonló, 24-csatornás lyukszalagról vitték be.

27



15,5 m hosszú és 2,5 m magas gép
tömege 35.000 kg volt, 800 ezer alkatrészből
és 800 km hosszúságú vezetékből állt.

(Technikatörténet 1760-1960)

STIBITZ - IRODALMI ÁTTEKINTÉS

- A Bell Telefon Laboratórium munkatársa jelfogókból egy olyan gépet tervezett, amely automatikusan átalakította a **komplex számokkal történő számítások logikai műveleteit.**
- 1946. júliusában, a másikat 1947. február univerzális gép építése
- A normál tizes helyett "biquinary" kódot használt (mint a japán szoroban). Ebben minden számot 7 jelfogó tárolt. Ebből öt a 0...4 közötti jegyeket, kettő a 0 és az 5 jegyeket képviselte. Mivel minden számot két jelfogó ábrázolt, lehetővé tette a **hibaellenőrzést.**

Másik sajátosság, hogy minden számot **lebegőpontosan ábrázolt.**

Sebessége: összeadás 300 ms, szorzás 1 s, osztás 2.2 s, négyzetgyökvonás 4.3 s.

Index x	bináris kombináció	Súlyozott kódok (a hozzárendelt decimális számjegyek)			nem súlyozott kód
		NBCD	4,2,2,1	8,4,(-2),(-1)	3 többletes
0	0000	0	0	0	-
1	0001	1	1	-	-
2	0010	2	2	-	-
3	0011	3	3	-	0
4	0100	4	-	4	1
5	0101	5	-	3	2
6	0110	6	4	2	3
7	0111	7	-	1	4
Az önkomplementálás táblázat vonala					
8	1000	8	-	8	5
9	1001	9	5	7	6
10	1010	-	-	6	7
11	1011	-	-	5	8
12	1100	-	6	-	9
13	1101	-	7	-	-
14	1110	-	8	-	-
15	1111	-	9	9	-

Önkomplementens
kódok, pl.:

4 2 2 1

8 4 -2 -1

Excess-3

30

KÜLÖNFÉLE KÓDOK

Decimal digit	8421 code	5421 code	2421 code	Excess 3 code	2 of 5 code
0	0000	0000	0000	0011	11000
1	0001	0001	0001	0100	10100
2	0010	0010	0010	0101	10010
3	0011	0011	0011	0110	10001
4	0100	0100	0100	0111	01100
5	0101	1000	1011	1000	01010
6	0110	1001	1100	1001	01001
7	0111	1010	1101	1010	00110
8	1000	1011	1110	1011	00101
9	1001	1100	1111	1100	00011
unused	1010	0101	0101	0000	any of the 22 patterns with 0, 1, 3, 4, or 5 1's
	1011	0110	0110	0001	
	1100	0111	0111	0010	
	1101	1101	1000	1101	
	1110	1110	1001	1110	
	1111	1111	1010	1111	

SÚLYOZOTT BCD KÓDOK

Examples of weighted BCD codes (1)

Decimal digit	8; 4; 2; 1	2; 4; 2; 1	8; 4; 2; -1
0	0000	0000	0000
1	0001	0001	0111
2	0010	0010	0110
3	0011	0011	0101
4	0100	0100	0100

Examples of weighted BCD codes (2)

Decimal digit	8; 4; 2; 1	2; 4; 2; 1	8; 4; 2; -1
5	0101	1011	1011
6	0110	1100	1010
7	0111	1101	1001
8	1110	0011	1000
9	1001	1111	1111

32

3-TÖBBLETES (EXCESS-3, STIBITZ) KÓD

Előfeszített súlyozott kód

$$d = 8a_4 + 4a_3 + 2a_2 + 1a_0 - 3$$

- A 3-mal nagyobb szám BCD kódja
- Önkomplementes kód
- Aritmetika: az ötödik biten jelzi az átvitelt, viszont az eredményt korrigálni kell

Tetrádok indexei: 3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,

33

NEM SÚLYOZOTT BCD KÓDOK

Examples of non-weighted BCD codes (1)

Decimal digit	Excess 3	Biquinary	1-out-of-10
0	0011	0100001	100000000
1	0100	0100010	010000000
2	0101	0100100	001000000
3	0110	010100	000100000
4	0111	011000	000010000

Examples of non-weighted BCD codes (2)

Decimal digit	Excess 3	Biquinary	1-out-of-10
5	1000	1000001	000001000
6	1001	1000010	000000100
7	1010	1000100	000000010
8	1011	1001000	000000001
9	1100	1010000	000000000

34

EGYLÉPÉSES KÓDOK, GRAY-KÓD

A Gray-kód olyan kód, amivel a kvantált mintát digitálisan kifejezve, a szomszédos kvantálási szinteket képviselő kódszavak egymástól csak egy bitjükben különböznek. A Gray-kódot **minimális változású kód**.

A Gray-kód speciális esete az ún. **egylépéses kódoknak**. A Gray-kód 2n számú n-bites bites kódszavak olyan sorrendben, hogy bármelyik két szomszédos kódszó csak egyetlen bitben különbözik. Ez áll az első és utolsó kódszóra is (ciklikusság).

Alkalmazás: mérés-technika, lineáris vagy szög-helyzet érzékelése és kódolása (pozíció-kódolás).
A műszeriparban és az automatizálásban a legelterjedtebb egylépéses kód ("reflected binary": tükrözött bináris) kód

35

4-BITES GRAY KÓD A KARNAUGH TÁBLÁN

mi	I	A	B	C	D
0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	1
2	0	1	0	0	1
3	1	1	0	0	1
4	0	0	1	0	0
5	1	0	1	0	0
6	0	1	1	0	0
7	1	1	1	0	0
8	0	0	1	1	0
9	1	0	1	1	0
10	0	1	1	1	0
11	1	1	1	1	0
12	0	0	1	0	1
13	1	0	1	0	1
14	0	1	1	0	1
15	1	1	1	0	1

C			
0	1	2	3
0	0	4	3
7	6	5	4
8	9	10	11
12	13	14	15
15	14	13	12
8	9	10	11
7	6	5	4

A Gray kód képzési szabálya 4-biten

36

MÁS EGYLÉPÉSES KÓDOK

Sok más, hasonló tulajdonságú (egylépéses) kód ismeretes.

Pl. **Glixon-kód**, tetrád kódszavak, sorrendjük

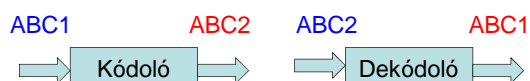
0000 (0) → 0001 (1) → 0011 (2) → 0010 (3) →
0110 (4) → 0111 (5) → 0101 (6) → 0100 (7) →
1100 (8) → 1000 (9)

37

KÓDÁTALAKÍTÓ HÁLÓZATOK, KÓDVÁLTÓK, DEKÓDEREK

38

KÓDOLÁS ÉS DEKÓDOLÁS



Bár a kódolás és dekódolás egymással felcserélhető, a gyakorlatban kódolás ha a szokásosabb, vagy eleve adott ABC a kiindulási alap, és dekódolás a fordított eset. Pl.

10-es számrendszer ⇒ 2-es rendszer - kódolás

2-es számrendszer ⇒ 10-es rendszer - dekódolás

39

- A **kódolás** az a művelet, amikor valamilyen információhalmazt egy rögzített, kölcsönösen megfeleltető, egyértelmű szabályrendszer szerint egy másik információhalmazra leképezünk, pl.: decimális számrendszerbeli számokat kell binárisan megjeleníteni. A **dekódolás** a kódolás fordított művelete.

- INFORMÁCIÓFORRÁS
- KÓDOLÓ
- CSATORNAILLESZTŐ
- DEKÓDOLÓ
- INFORMÁCIÓ NYELŐCSATORNA

KÓDÁTALAKÍTÓ HÁLÓZATOK, KÓDVÁLTÓK, DEKÓDEREK

A digitális technikában gyakran van szükség különböző **kódrendszerek közötti átalakításra**, kódváltásra. A kódátalakító hálózatok lényegében több bemeneti és kimeneti ponttal rendelkező kombinációs hálózatok.

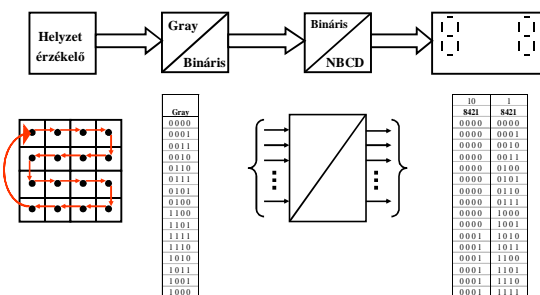
Megvalósíthatók egyedi logikai kapukból a kombinációs hálózatok megvalósítása ismert eljárásai szerint.

Sok esetben célszerűbb a memóriaelemekeken alapuló megvalósítás.

41

KÓDÁTALAKÍTÓK

Kódátalakítókra akkor van szükség, ha az adatforrás és a nyelő kódrendszere nem egyezik meg. Pl.:



42

EGYSZERŰ PÉLDA: 3-BITES BIN/GRAY ÁTALAKÍTÁS

Dec	Bin	Gray	Bin/Gray átalakítás:
0	0 0 0	0 0 0	- Gray első bite azonos a bináris kód 1. (MSB) bitjével, - a második bit a bináris szám 1. és 2. bitjének KIZÁRÓ-VAGY függvénye, - a harmadik bit a bináris kód 2. és 3. bitjének KIZÁRÓ-VAGY függvénye, - és így tovább.
1	0 0 1	0 0 1	
2	0 1 0	0 1 1	
3	0 1 1	0 1 0	
4	1 0 0	1 1 0	
5	1 0 1	1 1 1	
6	1 1 0	1 0 1	
7	1 1 1	1 0 0	

43

BINÁRIS/GRAY ÉS GRAY/BINÁRIS KONVERZIÓ ALGORITMUSAI

Bináris: b3b2b1b0

Gray: g3g2g1g0

Bináris → Gray

Gray → Bináris

$$g_3 = b_3$$

$$g_2 = b_3 \oplus b_2$$

$$g_1 = b_2 \oplus b_1$$

$$g_0 = b_1 \oplus b_0$$

$$b_3 = g_3$$

$$b_2 = g_3 \oplus g_2$$

$$b_1 = g_3 \oplus g_2 \oplus g_1 = b_2 \oplus g_1$$

$$b_0 = g_3 \oplus g_2 \oplus g_1 \oplus g_0 = \text{stb.}$$

$$\text{Bináris} \rightarrow \text{Gray: } g_i = b_{i+1} \oplus b_i$$

$$\text{Gray} \rightarrow \text{Bináris: } b_i = b_{i+1} \oplus g_i$$

44

BINÁRIS/GRAY KONVERZIÓ

Bináris

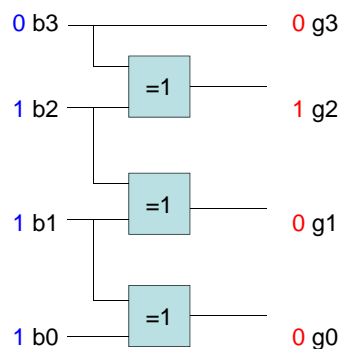
1 0 0 1 1 0 0 1

Gray

1 1 0 1 0 1 0 1

45

BINÁRIS/GRAY KÓDÁTALAKÍTÓ



46