

VILNIAUS UNIVERSITETAS  
MATEMATIKOS IR INFORMATIKOS FAKULTETAS  
PROGRAMŲ SISTEMŲ KATEDRA

**A11 Užduotis**

Ataskaita

Atliko:

3 kurso 2 grupės studentas:

Audrius Kumpis

Darbo vadovas: dr. Gintaras Skersys

Vilnius – 2021

## Turinys

1.	Realizuotos dalys.....	3
2.	Trečiųjų šalių naudotos bibliotekos .....	3
3.	Užtrukęs laikas .....	3
4.	Programos paleidimas .....	3
5.	Tekstiniai failai ir kas juose realizuota .....	3
6.	Vartotojo sąsajos aprašymas su naudojimo pavyzdžiais: .....	4
7.	Padaryti programiniai sprendimai .....	8
8.	Atliktų eksperimentų aprašymas: .....	9
9.	Naudotos literatūros sąrašas .....	15

## 1. Realizuotos dalys

Visi trys scenarijai yra realizuoti.

## 2. Trečiųjų šalių naudotos bibliotekos

Nėra trečiųjų šalių bibliotekų.

## 3. Užtrukęs laikas

Sritis	Literatūros skaitymas	Kodo veikimo aiškinimasis	Projektavimas	Programavimas	Klaidų ieškojimas	Klaidų taisymas	Ataskaitos ruošimas
Valandos	5	8	2	18	5	2	5
						Išviso (h)	45

## 4. Programos paleidimas

Galima paleisti programą per IDE (buvo kuriama su IntelliJ), arba susikompiliuoti per komandinę eilutę. Visą kodą dar galima atrasti [GitHub](#) repositorijoje.

## 5. Tekstiniai failai ir kas juose realizuota

Failo pavadinimas	Aprašymas
<b>Channel.java</b>	Klasė, skirta pranešimo iškraipymui su duota tikimybe.
<b>CodingUtils.java</b>	Pagalbinė klasė, susijusi su kodavimo teorijos metodais, tokiais kaip generuojančios matricos sukūrimas, visų įmanomų $n$ ilgio vektorių generavimas.
<b>Decoder.java</b>	Klasė, skirta užkoduoto pranešimo dekodavimui. Joje taip pat yra apskaičiuojama poaibių lentelė, bei poaibių lyderių žemėlapis ( <i>Map</i> ).
<b>Encoder.java</b>	Klasė, skirta pranešimo užkodavimui pagal duotą generuojančią matricą.
<b>MatrixCalculationUtils.java</b>	Klasė, atsakinga už visas reikalingas operacijas su matricomis, pvz. transponavimas, matricų daugyba, vienetinės matricos generavimas.
<b>Main.java</b>	Pagrindinė klasė, kuri yra programos pradinis taškas. Joje yra konsolinė vartotojo sąsaja. Čia taip pat surenkama visa pradinė

	informacija, kaip generuojančios matricos dimensijos, klaidos tikimybė.
--	---

## 6. Vartotojo sąsajos aprašymas su naudojimo pavyzdžiais:

Paleidus programą, vartotojo yra paprašoma suvesti pradinį duomenis: pranešimo ilgį  $k$  ir dimensiją  $n$ .

```
Iveskite dimensija n: 6  
Iveskite kodo ilgi k: 3
```

Tuomet vartotojas gali pasirinkti, ar pats nori suvesti generuojančią matricą, ar leisti tai atlikti programai. Jei pasirenkama, jog vartotojas ją suves pats, programa paprašo įvesti  $k$  eilučių ir  $n$  stulpelių. Įvedus, programa atspausdina gautą matricą.

```
Ar patys ivesite generuojancia matrica? (t/n)  
t  
Suveskite savo generuojancia matrica.  
1 eilute, 6 skaiciai:  
100001  
2 eilute, 6 skaiciai:  
010011  
3 eilute, 6 skaiciai:  
001000  
G matrica:  
1 0 0 0 0 1  
0 1 0 0 1 1  
0 0 1 0 0 0
```

Jei vartotojas nori leisti programai sugeneruoti matricą, jam nieko daryti nereikia. Pagal gautus parametrus, programa pati sukuria G matricą, pavidalu  $(I | A)$ , kur I - vienetinė matrica, A – bet kokia matrica.

```
Iveskite dimensiija n: 10
Iveskite kodo ilgi k: 7
Ar patys ivesite generuojancia matrica? (t/n)
n
G matrica:
1 0 0 0 0 0 0 1 0 1
0 1 0 0 0 0 0 1 1 0
0 0 1 0 0 0 0 1 1 1
0 0 0 1 0 0 0 1 1 0
0 0 0 0 1 0 0 1 1 0
0 0 0 0 0 1 0 0 1 1
0 0 0 0 0 0 1 1 0 0
```

Tuomet, vartotojo paprašoma įvesti kanalo klaidos tikimybę, nuo 0-1 imtinai.

```
Iveskite klaidos tikimybe: 0.001
```

Įvedus klaidos tikimybę, visi reikalingi parametrai jau yra išsaugoti. Vartotojas gali pasirinkti:

1. Dvejetainį kodą
2. Tekstą
3. Paveiksliuką.

```
Pasirinkimai:
  1. Dvejetainis kodas
  2. Tekstas
  3. Paveiksliukas
Iveskite pasirinkima:
```

Pasirinkus dvejetainio kodo opciją, vartotojas įveda  $k$  ilgio dvejetainę seką. Programa parodo, kaip ji buvo užkoduota, ir kaip atrodo iškraipytas užkoduotas pranešimas. Jei norima, galima pakeisti užkoduotą iškraipytą pranešimą. Jei ne, toliau vyksta dekodavimas, ir parodomi rezultatai, kartu su neteisingai dekoduočių bitų skaičiumi, bet klaidų procentu.

```
Iveskite pasirinkima: 1
Iveskite 7 ilgio koda: 1111111
Ivestas pranesimas:
1 1 1 1 1 1 1
Uzkoduotas pranesimas:
1 1 1 1 1 1 1 0 1 1
Iskraipytas pranesimas:
1 1 1 1 1 1 1 0 1 1
Ar norite pakeisti iskraipyta pranesima? (t/n)
n
H Matrica:
1 1 1 1 1 0 1 1 0 0
0 1 1 1 1 1 0 0 1 0
1 0 1 0 0 1 0 0 0 1
Dekoduotas pranesimas:
1 1 1 1 1 1 1
Nesutampantys bitai po dekodavimo: 0, is viso bitu: 7
Klaidu procentas: 0%
```

Panaši eiga vyksta pasirinkus teksto pasirinkimą:

```
Iveskite dimensija n: 10
Iveskite kodo ilgi k: 4
Ar patys ivesite generuojancia matrica? (t/n)
n
G matrica:
1 0 0 0 1 0 1 1 0 1
0 1 0 0 0 1 1 0 1 0
0 0 1 0 1 0 0 1 1 1
0 0 0 1 0 1 1 1 0 1
Iveskite klaidos tikimybe: 0.05
Pasirinkimai:
    1. Dvejtainis kodas
    2. Tekstas
    3. Paveiksliukas
Iveskite pasirinkima: 2
Iveskite teksta:
Kodavimo teorija. Sunku, bet labai idomu. Rekomenduoju!
Iskraipytas tekstas:
Kodavym;tdorija. Šuėku, rud|abaé4idgmu. Rek0Me~duoju%
Dekoduotas tekstas:
Kedavimo teorija. Su`ku, bet <abai idomu. Rekomenduoju!
Nesutampantys bitai po dekodavimo: 3, is viso bitu: 55
Klaidu procentas: 5%
```

Pasirinkus paveikslėlio pasirinkimą, vartotojas įveda pilną kelią iki paveikslėlio. Tuomet programa jį užkoduoja, iškraipo, ir dekoduoja. Iškraipytas bei dekodotas paveikslėliai turėtų atsirasti programos lokacijoje, tačiau ši dalis nėra įgyvendinta. Parodomas dekodavimo klaidų procentas.

```
Iveskite dimensija n: 10
Iveskite kodo ilgi k: 7
Ar patys ivesite generuojancia matrica? (t/n)
n
G matrica:
1 0 0 0 0 0 0 0 1 1
0 1 0 0 0 0 0 1 0 0
0 0 1 0 0 0 0 1 0 1
0 0 0 1 0 0 0 0 1 1
0 0 0 0 1 0 0 1 0 1
0 0 0 0 0 1 0 0 1 0
0 0 0 0 0 0 1 1 1 0
Iveskite klaidos tikimybe: 0.5
Pasirinkimai:
    1. Dvejetainis kodas
    2. Tekstas
    3. Paveiksliukas
Iveskite pasirinkima: 3
Iveskite pilna kelia iki paveikslelio .bpm formatu, pvz (C:/Images/pic.bpm):
C:/Images/nebula.bmp
Nesutampantys bitai po dekodavimo: 488707, is viso bitu: 978352
Klaidu procentas: 49%
```

## 7. Padaryti programiniai sprendimai

1. Teksto ir paveikslėlių kodavimas/dekodavimas. Kadangi šie elementai turi labai daug bitų, tai algoritmas negali vienu metu jų visų imti ir dekoduoti. Kad ši problema būtų išspręsta, visi bitai yra išskaidomi į  $k$  ilgio masyvus, ir su visais jais atskirai vykdomi visi veiksmai. Tai labai pagreitino programos veikimą.
2. Nuskaitant paveikslėlio baitus ir konvertuojant juos į dvejetainį pavidalą, dažnai jie tapdavo trumpesni nei 8 bitų. Šiai problemai išspręsti, nuskaitoma teksto eilutė, kurioje yra visi bitai, kas 8 pozicijas, ir pridedama tiek nulių priekyje, kiek jų trūksta.
3. Po bitų skaidymo masyvais, kai kurie bitai tampa „nukąsti“ ir su jais paskiau negalima atlikti matricų operacijų. Mano sprendimas: prie jų galo pridedu tiek 0, kiek trūksta.
4. Standartinės poaibių lentelės kūrimas. Tai buvo dalis, prie kurios užtrukau ilgiausiai. Mano sprendimas: sugeneruoju visus įmanomus  $x$  ilgio poaibius, ir apskaičiuoju jų sindromą bei



sindromo svorį. Tada rezultatus sugrupuoju pagal sindromus. Iš kiekvienos sindromo grupės paimu tokį poaibį, kurio svoris yra mažiausias. Jį priskiriu poaibio lyderiu, ir su *java.util.Map* pagalba, susieju jį su sindromu bei jo svoriu.

5. Skaidant bitus gabalais, kiekvienas gabalas yra prasiunčiamas pro iškraipymo kanalą.

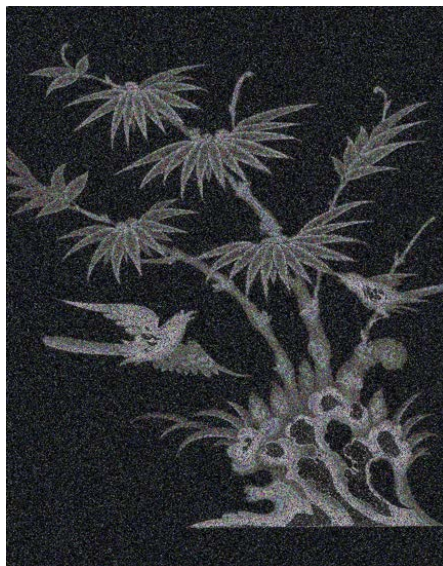
## 8. Atliktų eksperimentų aprašymas:

### 1. Teksto siuntimas kanalu užkodavus ir dekodavus bei teksto siuntimas kanalu, kai klaidos tikimybė yra 0.9.

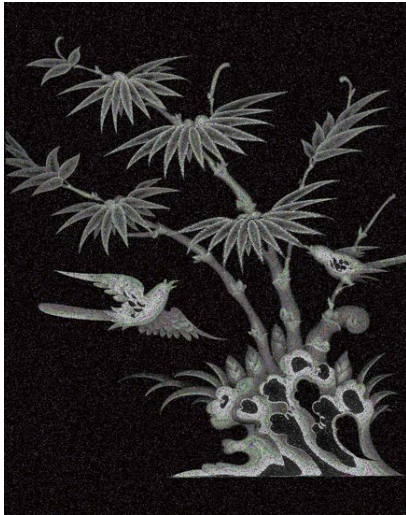
Originalas:



Iškreiptas:



Dekoduotas:



Algoritmas geriausiai ištaiso klaidas, kai  $k=1$ .

## 2. Teksto siuntimas kanalu užkodavus ir dekodavus bei teksto siuntimas kanalu, kai klaidos tikimybė yra 0.05.

- Kai  $k = 5$ ,  $n = 1$ , o generuojanti matrica yra  $(1\ 1\ 1\ 1\ 1)$

**Pradinis tekstas:** Kodavimo teorija yra labai sunkus, bet idomus modulis.

Rekomenduoju!

**Tik pro kanalą prasiųstas tekstas:** KodavėiO teoò)j! y<sup>2</sup>ã lafai sufkus, bdt idG)u{ mo\$ullq& ReiomEndugju!

**Užkoduotas ir dekodotas tekstas:** Kodavimo teorija yra labai sunkus, bet idomus modulis. Rekomendugju!

```
G matrica:
1 1 1 1 1
Iveskite klaidos tikimybe: 0.05
Pasirinkimai:
    1. Dvejetainis kodas
    2. Tekstas
    3. Paveikslukas
Iveskite pasirinkima: 2
Iveskite teksta:
Kodavimo teorija yra labai sunkus, bet idomus modulis. Rekomenduoju!
Iskraipytas tekstas:
Kodavėio teoò)j! y²ã lafai sufkus, bdt idG)u{ mo$u\Iq& ReiomEndugju!
Dekoduotas tekstas:
Kodavimo teorija yra labai sunkus, bet idomus modulis. Rekomendugju!
Nesutampantys bitai po dekodavimo: 1, is viso bitu: 68
Klaidu procentas: 1%
```

- Kai  $k = 10$ ,  $n = 8$

**Pradinis tekstas:** Kodavimo teorija yra labai sunkus, bet idomus modulis.

Rekomenduoju!

**Tik pro kanalą prasiųstas tekstas:** kŃdAvimo tŃoriJa ýpa larai(senkuw, \*Et iŃoiųsŃmofułmc. Rejomanduoju!

**UŃkoduotas ir dekoduoatas tekstas:** KŃdAvloo tŃoriJa Ýra larai senkuW "et iŃoiųsŃmodułMc. RebomAnduoju!

```
Iveskite dimensiija n: 10
Iveskite kodo ilgi k: 8
Ar patys ivesite generuojancia matrica? (t/n)
n
G matrica:
1 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 1 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 1 0 0 0 0 0 0 1
0 0 0 1 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 1 0 0 0 1 1
0 0 0 0 0 1 0 0 0 1
0 0 0 0 0 0 1 0 0 1
0 0 0 0 0 0 0 1 0 1
0 0 0 0 0 0 0 0 1 1
Iveskite klaidos tikimybe: 0.05
Pasirinkimai:
1. Dvejetainis kodas
2. Tekstas
3. Paveiksliukas
Iveskite pasirinkima: 2
Iveskite teksta:
Kodavimo teorija yra labai sunkus, bet idomus modulis. Rekomenduoju!
Iskraipytas tekstas:
kŃdAvimo tŃoriJa ýpaŃlarai(senkuw, *Et iŃoiųsŃmofułmc. Rejomanduoju!
Dekoduotas tekstas:
KŃdAvIoo tŃoriJa Ýra larai senkuWŃ "et iŃoiųsŃmodułMc. RebomAnduoju!
Nesutampantys bitai po dekodavimo: 18, is viso bitu: 68
Klaidu procentas: 26%
```

- Kai  $k = 10$ ,  $n = 1$

**Pradinis tekstas:** Kodavimo teorija yra labai sunkus, bet idomus modulis.

Rekomenduoju!

**Tik pro kanalą prasiųstas tekstas:**

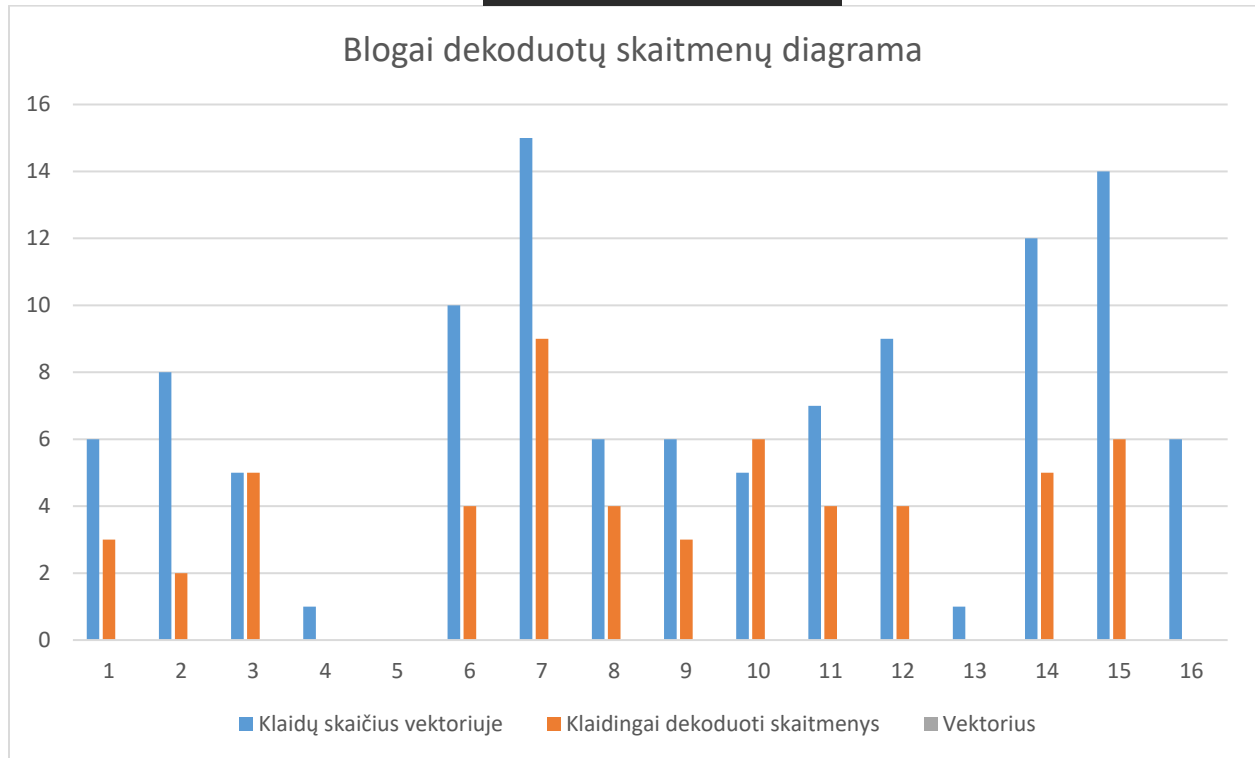
oääavimo teNsIha {sa`labqi`óunjuW,(Fe| mdoOtc mo%umHs.,Ra«gmunduo\*u!

**Užkoduotas ir dekoduotas tekstas:** Kodavimo teorija0yra labai sunkus, bet idomus modulis. RekOmenduoju!

```
Iveskite dimensija n: 10
Iveskite kodo ilgi k: 1
Ar patys ivesite generuojancia matrica? (t/n)
n
G matrica:
1 1 0 1 0 1 0 0 1 1
Iveskite klaidos tikimybe: 0.05
Pasirinkimai:
  1. Dvejetainis kodas
  2. Tekstas
  3. Paveikslukas
Iveskite pasirinkima: 2
Iveskite teksta:
Kodavimo teorija yra labai sunkus, bet idomus modulis. Rekomenduoju!
Iskraipytas tekstas:
0oääavimo teNsIha {sa`labqi`óunjuW,(Fe| mdoOtc mo%umHs.,Ra«gmunduo*u!
Dekoduotas tekstas:
Kodavimo teorija0yra labai sunkus, bet idomus modulis. RekOmenduoju!
Nesutampantys bitai po dekodavimo: 2, is viso bitu: 68
Klaidu procentas: 2%
```

3. Klaidų kiekio priklausomybė nuo klaidų skaičiaus vektoriuje, kai  $n = 7$ ,  $k = 4$ , G matrica =

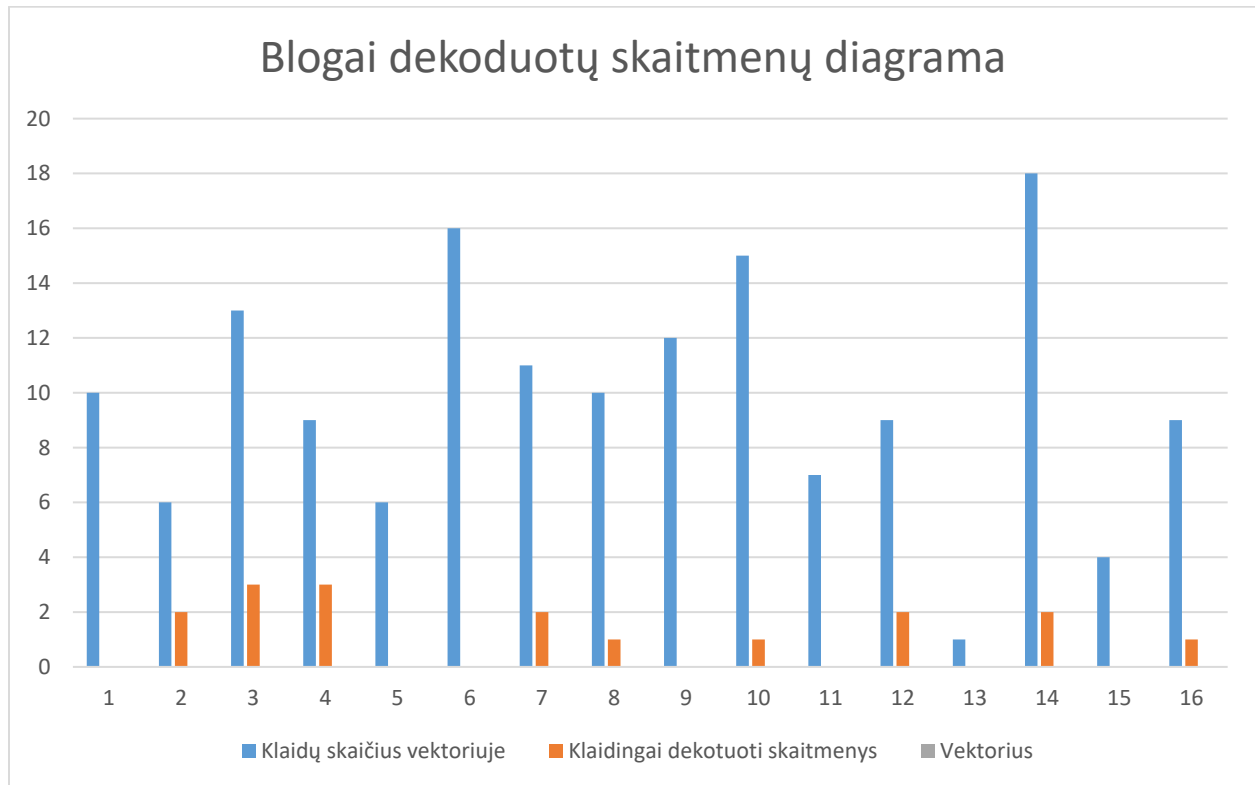
```
{1, 0, 0, 0, 1, 1, 1},
{0, 1, 0, 0, 0, 0, 1},
{0, 0, 1, 0, 1, 1, 0},
{0, 0, 0, 1, 1, 0, 0}
```



Iš rezultatų galima pamatyti, jog kodas geriausiai taiso klaidas, jei jų yra nedaug. Kitu atveju, ištaisoma maždaug pusė klaidų. Kartais, ištaisomas didelis skaičius klaidų. Taigi, šis kodas geriausiai taiso nedidelį kiekį (3-4) klaidų, kitu atveju, jis tampa nepatikimas.

**4. Klaidų kiekio priklausomybė nuo klaidų skaičiaus vektoriuje, kai  $n = 7$ ,  $k = 1$ ,  $G$  matrica =**

`{1, 1, 0, 1, 1, 0, 1}`



Kaip generuojanti matrica turi tik vieną stulpelį, klaidos ištaisomos yra daug efektyviau. Beveik kiekvieną vektorių ištaisė su iki 15% blogo dekodavimo skaičiumi. Išvada: šis kodavimo algoritmas geriausiai veikia, kai generuojanti matrica turi tik vieną stulpelį.

## 9. Naudotos literatūros sąrašas

S.A.Vanstone, P.C. van Oorschot. An introduction to error correcting codes with applications. Kluwer Academic Publishers, Boston, 1989.

Klaidas taisančių kodų teorija. Paskaitų konspektai. Gintaras Skersys, 2021.