

A study on the Universe

Development of a predictive model

Biggie Blackie, Dickie Slickie, Bjarne, Johnny sins skrr

Energy Technology, TEPE4-1005, 2018-06

P2 Projekt



Copyright © Aalborg University 2015

Here you can write something about which tools and software you have used for typesetting the document, running simulations and creating figures. If you do not know what to write, either leave this page blank or have a look at the colophon in some of your books.



Institut for Datalogi
Aalborg Universitet
<http://www.aau.dk>

AALBORG UNIVERSITET

STUDENTERRAPPORT

Titel:

Rapportens titel

Abstract:

Her er resuméet

Tema:

Fra data til videnskab

Projektperiode:

Forårssemestret 2023

Projektgruppe:

XXX

Deltager(e):

Forfatter 1

Forfatter 2

Forfatter 3

Vejleder(e):

Søren Byg Vilsen

Oplagstal: 1**Sidetal:** 13**Afleveringsdato:**

12. marts 2023

Rapportens indhold er frit tilgængeligt, men offentliggørelse (med kildeangivelse) må kun ske efter aftale med forfatterne.

Contents

Preface	1
1 Introduction	3
1.1 Examples	3
1.2 How Does Sections, Subsections, and Subsections Look?	3
1.2.1 This is a Subsection	3
2 Chapter 2 name	5
2.1 PRNG (Find en god titel til kapitlet)	5
2.1.1 Genereringen af tilfældige tal	6
2.1.2 Linear Congruential Generator	6
3 Conclusion	9
Bibliography	11
A Appendix A name	13

Preface

Here is the preface. You should put your signatures at the end of the preface.

Aalborg University, March 12, 2023

Author 1

<username1@XX.aau.dk>

Author 2

<username2@XX.aau.dk>

Author 3

<username3@XX.aau.dk>

Chapter 1

Introduction

Here is the introduction. The next chapter is chapter 2.
a new paragraph

1.1 Examples

You can also have examples in your document such as in example 1.1.

Example 1.1 (An Example of an Example)

Here is an example with some math

$$0 = \exp(i\pi) + 1 . \tag{1.1}$$

You can adjust the colour and the line width in the `macros.tex` file.

1.2 How Does Sections, Subsections, and Subsections Look?

Well, like this

1.2.1 This is a Subsection

and this

This is a Subsubsection

and this.

A Paragraph You can also use paragraph titles which look like this.

A Subparagraph Moreover, you can also use subparagraph titles which look like this. They have a small indentation as opposed to the paragraph titles.

Is it possible to add a subsubparagraph?

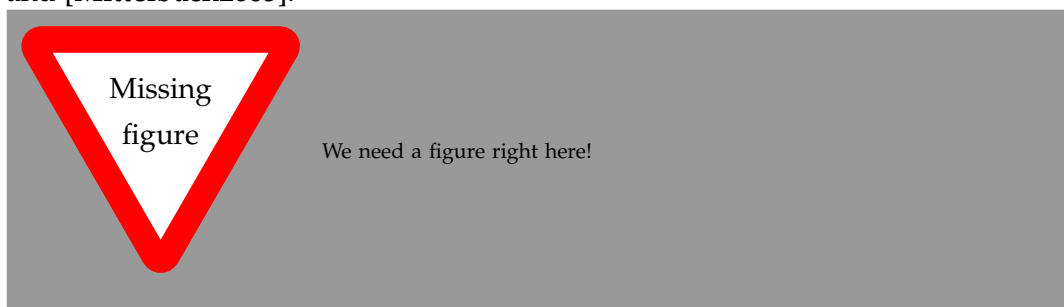
I think that a summary of this exciting chapter should be added.

Chapter 2

Chapter 2 name

Here is chapter 2. If you want to leearn more about $\text{\LaTeX} 2_{\epsilon}$, have a look at [2], [4] and [Mittelbach2005].

I think this word is misspelled



2.1 PRNG (Find en god titel til kapitlet)

Før der introduceres til pseudotilfældige tal og genereringen af disse, er det vigtigt at vide og forstå, hvad tilfældige tal egentlig er, og hvilke anvendelsesmuligheder de har. Når der tænkes på tilfældige tal, er det svært at argumentere for, om et bestemt tal er tilfældigt eller ej. For eksempel giver det ikke mening at overveje, om tallet 9 er tilfældigt. Derimod giver det god mening at tænke på en sekvens af tal, hvor tallene i sekvensen er valgt tilfældigt. At blive valgt tilfældigt betyder, at hvert tal vælges uafhængigt af alle de andre tal i sekvensen, og at sandsynligheden for at vælge et tal er ens for alle de mulige tal. Tallene følger altså en uniform fordeling (**reference til kapitlet om uniformfordelingen**), hvis der tages udgangspunkt i cifrene 0 til 9, betyder det at hvert cifre vil blive valgt $\frac{1}{10}$ af tiden. Anvendelsen af tilfældige tal er vidtrækkende og rækker over flere forskellige brancher. I sin bog "The Art of Computer Programming" [1] giver professor Donald E. Knuth fra Stanford University eksempler på nogle af de mange anvendelser af tilfældige tal, der understreger deres vigtighed. Disse inkluderer tekniske anvendelser som anvendelse af tal til computersimulering af virkelige naturfænomener, men også helt

anderledes anvendelser som anvendelser til æstetiske formål, hvor lidt tilfældighed eksempelvis er med til at gøre computer-genererede grafikker mere livlige.

2.1.1 Genereringen af tilfældige tal

Genereringen af tilfældige tal foregik for mange år siden manuelt, hvor man trak kort, rullede terninger, kastede en mønt eller lignende. Som følge af computerens udbredelse begyndte man at finde på metoder, der kunne generere tilfældige tal automatisk ved brug af computerprogrammer. Nogle af disse metoder vil blive gennemgået i de kommende kapitler. Computere er deterministiske, hvilket betyder, at alle resultater og handlinger udføres på en systematisk måde. Computerens resultater kan forudsiges med sikkerhed, hvis der blot er kendskab til den algoritme som computeren udfører, og den initierede inputværdi. Dette giver anledning til undring over, hvordan en computer kan generere tilfældige tal, når dens handlinger og resultater kan forudsiges. Her kommer ordet "pseudo" ind i billedet. Computere kan nemlig aldrig generere helt tilfældige tal, men de kan producere sekvenser af tal, der ser ud til at være tilfældige. Disse tal kaldes pseudotilfældige tal, og programmer, der genererer dem, er bedst kendt som "pseudo random number generators" eller forkortet PRNG. For at vurdere, hvor god en PRNG er, kigger man på længden af den sekvens, som PRNG er i stand til at generere, før tallene begynder at gentage sig. Længden af denne sekvens kaldes et cyklus, og jo længere cyklus, desto bedre er PRNG'en. Selvom alle PRNG'er har en cyklus, hvor de genererede tal gentager sig, er cykluslængden af de gode PRNG'er tilstrækkelig til at løse de fleste opgaver. I de følgende kapitler undersøges eksempler og sammenligninger af cykluslængder af konkrete PRNG'er. Inden der fortsættes til konkrete eksempler på PRNG'er, er det værd at nævne et fænomen inden for generering af tilfældige tal, som er i stand til at generere sande tilfældige tal. Det vil sige, at den genererede sekvens af tilfældige tal er en ikke-deterministisk sekvens, der ikke gentager sig. Disse generatorer kaldes for true random number generators, forkortet TRNG, og de genererer tal ud fra fysiske processer som elektronisk støj, atmosfærisk støj eller radioaktivt henfald. En videnskabelig artikel fra Japan udgivet i 2021 [3] giver bud på fire måder, hvorpå en TRNG kan udarbejdes ved hjælp af termisk støj. Da arbejdet med TRNG'er er ressourcekrævende og ligger uden for projektets omfang, ses der bort fra TRNG'er til generering af tilfældige tal i dette projekt.

2.1.2 Linear Congruential Generator

Den mest populære PRNG er Linear Congruential Generator (LCG). Denne PRNG er rekursiv og kan beskrives vha. denne formel:

$$X_{n+1} = (aX_n + c) \bmod m$$

Hvor de forskellige variable kan beskrives således:

X_0 , Startværdi (Seed); $0 \leq X_0 < m$

a , Multiplikator; $0 \leq a < m$

c , Konstant; $0 \leq c < m$

m , Restdivident (mod er operatoren for restdivisionen); $0 < m$

Et eksempel på en LCG sekvens kunne se således ud:

$$X_0 = 1$$

$$a = 3$$

$$c = 2$$

$$m = 5$$

$$X_1 = (3 * 1 + 2) \bmod 5 = 0$$

$$X_2 = (3 * 0 + 2) \bmod 5 = 2$$

$$X_3 = (3 * 2 + 2) \bmod 5 = 3$$

$$X_4 = (3 * 3 + 2) \bmod 5 = 1$$

$$X_5 = (3 * 1 + 2) \bmod 5 = 0$$

Det kan ses at denne sekvens har en cyklus på 4 tal. LCG's cyklus har en maksimal længde på m . Det er derfor fordelagtigt at vælge et tal m som er stort. Dog er dette ikke den eneste faktor man burde tage i betragtning når man vælger et tal m . I et eksempel på en LCG sekvens er det muligt at se hvorfor et højt tal m ikke altid er fordelagtigt:

$$X_0 = 1$$

$$a = 3$$

$$c = 2$$

$$m = 24$$

$$X_1 = (3 * 1 + 2) \bmod 24 = 5$$

$$X_2 = (3 * 5 + 2) \bmod 24 = 17$$

$$X_3 = (3 * 17 + 2) \bmod 24 = 5$$

Det ses at denne sekvens kun har en længde på 2 tal. For at få en lang cyklus ved brug af LCG er det derfor vigtigt hvilke variable der vælges. Dette emne er blevet forsket i af matematikere og dataloger, da det indeholder en del tal teori[5].

Chapter 3

Conclusion

In case you have questions, comments, suggestions or have found a bug, please do not hesitate to contact me. You can find my contact details below.

Jesper Kjær Nielsen
jkn@create.aau.dk
<http://sqrt-1.dk>
Audio Analysis Lab, CREATE
Aalborg University
Denmark

Bibliography

- [1] Donald E. Knuth. *The Art of Computer Programming*. Vol. 2. Addison-Wesley, 1998.
- [2] Lars Madsen. *Introduktion til LaTeX*. <http://www.imf.au.dk/system/latex/bog/>. 2010.
- [3] et al. Matsuoka Shunsuke. *A True Random Number Generator That Utilizes Thermal Noise in a Programmable System-on-chip (PSoC)*. <https://doi.org/10.1002/cta.3046>.. 2021.
- [4] Tobias Oetiker. *The Not So Short A Introduction to LaTeX2e*. <http://tobi.oetiker.ch/lshort/lshort.pdf>. 2010.
- [5] Karl Sigman. *Random Number Generators*. <http://www.columbia.edu/~ks20/4106-18-Fall/Simulation-LCG.pdf>.

Appendix A

Appendix A name

Here is the first appendix