



VILNIAUS UNIVERSITETAS
MATEMATIKOS IR INFORMATIKOS FAKULTETAS
INFORMATIKOS INSTITUTAS
KOMPIUTERINIO IR DUOMENŲ MODELIAVIMO KATEDRA

Antroji pratybų užduotis

**Signalų analizė ir apdorojimas: 6. Cooley-Tukey greitosios
Furje transformacijos (FFT) algoritmas**

Atliko:

Manvydas Sokolovas

parašas

Vadovas:

prof. dr. Tadas Meškauskas

Vilnius
2021

Turinys

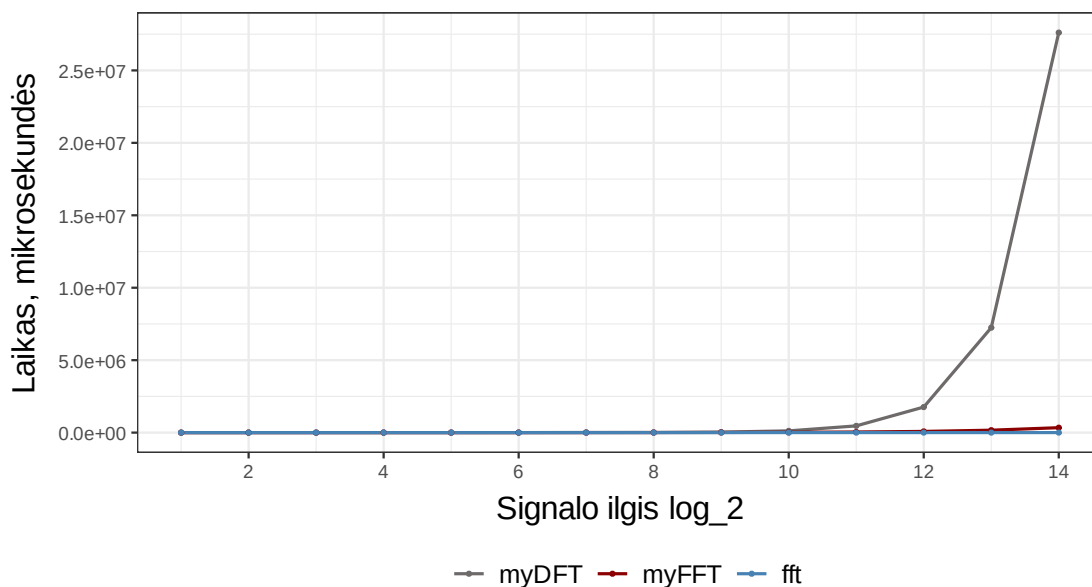
1. Metodų palyginimas	3
2. Pasirinktų signalų sąrašas	4
3. Signalų apjungimas ir atskyrimas	5
Literatūros šaltiniai	6
Priedai	7
A. Išaities kodas	7

1. Metodų palyginimas

Šiame skyriuje yra patikrina, kad studento parašytos diskrečios Furje transformacijos (DFT) ir greitosios Furje transformacijos (FFT) funkcijos grąžina teisingus rezultatus bei atvirkštinės Furje transformacijos funkcijos grąžina originalų signalą. Taip pat, buvo atliktas algoritmų veikimo trukmės palyginimas įtraukiant ir statistinių duomenų analizės R programoje esantį greitosios Furje transformacijos algoritmą. Verta paminėti, jog greitoji Furje transformacija R programoje yra implementuota per C++, todėl ji akivaizdžiai greitesnė. Šie bandymai buvo atlikti su sintetiniais duomenimis, signalą sudaro sveikieji skaičiai nuo 1 iki jo ilgio X .

	$\log_2(X)$							
	7	8	9	10	11	12	13	14
myDFT	$3.2 \cdot 10^2$	$8.6 \cdot 10^3$	$2.9 \cdot 10^4$	$1.2 \cdot 10^5$	$4.4 \cdot 10^5$	$1.7 \cdot 10^6$	$7.2 \cdot 10^6$	$2.8 \cdot 10^7$
myFFT	$2.4 \cdot 10^3$	$4.8 \cdot 10^3$	$9.7 \cdot 10^3$	$2 \cdot 10^4$	$4.1 \cdot 10^4$	$8.3 \cdot 10^4$	$1.7 \cdot 10^5$	$3.9 \cdot 10^5$
FFT	17.8	30.7	59.9	75.2	$1.3 \cdot 10^2$	$2.3 \cdot 10^2$	$4.9 \cdot 10^2$	$1.1 \cdot 10^3$

1 lentelė. Algoritmų veikimo trukmės palyginimas (mikrosekundėmis)



1 pav. Algoritmų veikimo trukmės palyginimas (mikrosekundėmis)

2. Pasirinktų signalų sąrašas

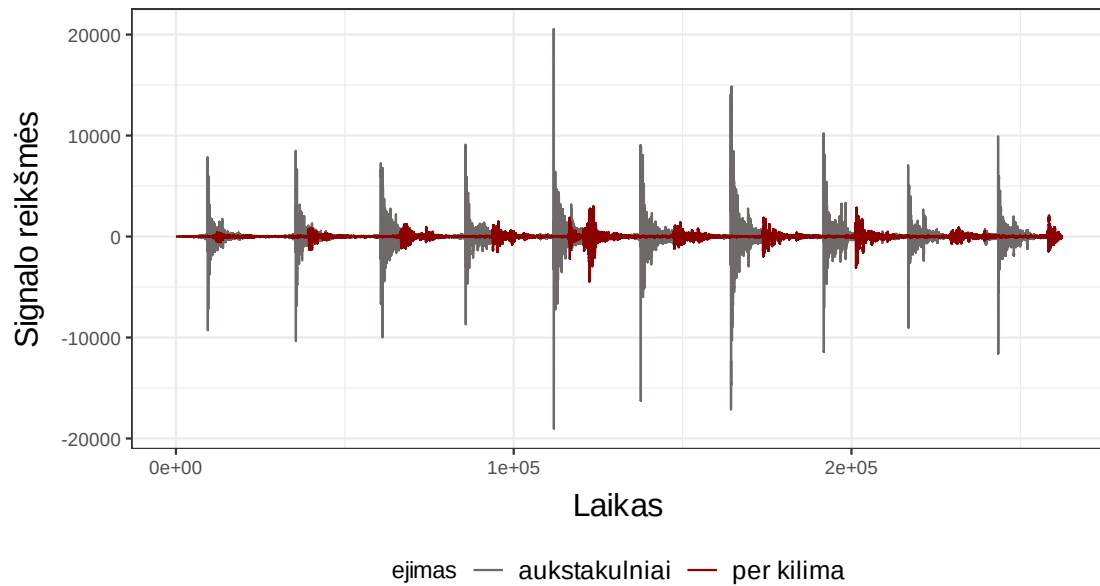
Šiame skyriuje bus pateiktas sunumeruotas analizuotų signalų sąrašas. Visi signalai buvo parsisiųsti iš nemokamos garsų bibliotekos - "Sound Jay" [1]. Garsai pasirinkti naudoti:

1. Laužo ugnies garsas;
2. Vyro juokas;
3. Stipraus lietaus garsas;
4. Važiuojančio traukinio;
5. Žingsniavimas su aukštakulniais;
6. Žingsniavimas per kilimą.

Taip pat, reikia paminėti, jog užduotys buvo atliktos naudojantis statistinių duomenų analizės programa "R" ir joje prieinama biblioteka "tuneR". Visų pasirinktų signalų ilgis sutrumpintas iki apie 10 sekundžių ir stebėjimų skaičius atitinka 2^n , kur $n \in \mathbb{N}^+$.

3. Signalų apjungimas ir atskyrimas

Šiame skyriuje aprašomi du žingsniavimo garso signalai, vienas su aukštakulniais, kitas imituoja ėjimą per kilimą. Šie signalai apjungiami ir tada bandoma išskirti atgal.



2 pav. Žingsniavimo garso signalai

Literatūros šaltiniai

- [1] Sound jay free sound data.
<https://www.soundjay.com>.

Priedai

A. Išėities kodas

1 išėities kodas. Diskrečios Furje transformacijos R kodas

```
1 myDFT <- function(X, inverse = FALSE) {
2   N <- length(X) # signalo ilgis
3   j <- 0:(N-1)
4   c_k <- rep(1i, N)
5
6   mult <- if(inverse) c(1, 1) else c(-1, 1)
7
8   const <- mult[1] * 1i * (2 * pi / N) * j # paskaiciuojama dalis,
      kuri nepriklauso nuo k
9
10  c_k <- sapply(1:N, function(k) {mult[2] * sum(X * exp(const * (k
      -1)))})
11
12  return(c_k)
13 }
```

2 išėities kodas. Greitosios Furje transformacijos R kodas

```
1 myFFT <- function(X, inverse = FALSE) {
2   N <- length(X)
3
4   mult <- if (inverse) 1 else -1
5
6   if (N != 1) {
7     dd <- X
8     dd[1:(N/2)] <- myFFT(X[(1:(N/2)) * 2 - 1], inverse)
9     dd[(N/2+1):N] <- myFFT(X[(1:(N/2)) * 2], inverse)
10
11     X_even <- dd[1:(N/2)]
12     X_odd <- dd[(N/2+1):N]
13     W_n <- exp(mult * 1i * 2 * pi * (0:(N/2-1)) / N)
14
15     X[1:(N/2)] <- X_even + W_n * X_odd
16     X[(N/2+1):N] <- X_even - W_n * X_odd
17
18   }
19   return(X)
20 }
```