

LATVIJAS UNIVERSITĀTES  
EKSAKTO ZINĀTŅU UN TEHNOLOĢIJU FAKULTĀTES  
DATORIKAS NODAĻA

# **INTERPRETATORS PROGRAMMĒŠANAS VALODAI IMMUTANT**

KVALIFIKĀCIJAS DARBS DATORZINĀTNĒS

Autors: Rolands Frīdemanis

Studenta apliecības Nr.: rf23009

Darba vadītājs: asociētais profesors Dr. sc. comp. Aleksandrs Belovs

RĪGA, 2025

## **Anotācija**

Mūsdienās liela daļa no vispārīga pielietojuma programmēšanas valodām, satur sematiku, kas paredz, ka datu mainība ir ierasta lieta, tomēr šim pastāv būtisks trūkums, kas ir datu neparedzamība. Lai spriešanu par programmas stāvokli padarītu paredzamu, šī darba ietvaros tiek izstrādāta programmēšanas valoda, kuras gramatika un sintakse ierosina noteikta datu nemainību. Šis darbs satur valodas specifikāciju un interpretatora arhitektūras dokumentāciju lekserim, parsētājam un abstraktā sintakses koka pārstaigāšanas algoritmam. Rezultātā, izmantojot valodu C, tiek izveidota augsta līmeņa, intepretējama, dinamiski tipizēta valoda ar atomāriem datu tipiem.

**Atslēgvārdi:** interpretators, AST, funkcionālā programmēšana, C valoda, datu nemainība

## **Abstract**

Most modern general-purpose programming languages use grammar and syntax that suggests mutable data being an ordinary matter, which in reality complicates reasoning about program state. To make such reasoning predictable, this work explores the design and development of a programming language with explicit syntax and semantics of immutable data. This work contains specification for such language and documentation of the architecture for the lexer, parser and AST-walker of the underlying interpreter. As a result, a high-level, interpreted, dynamically typed programming language with only atomic data types is created. The language is implemented in C.

**Keywords:** interpreter, AST, functional programming, C language, data immutability

## SATURS

Apzīmējumu saraksts . . . . .	2
Ievads . . . . .	3

## APZĪMĒJUMU SARAĶSTS

<b>AST</b>	Abstraktās sintakses koks
<b>immutability</b>	Pilnīga datu nemainība (koncepts)
<b>immutable</b>	Nemainīgs (datu īpašība)
<b>read-only</b>	Tikai lasāmi (dati)

## IEVADS

Datu mainība un to nepārtraukta plūsma no viena mainīga uz otru ir neapstrīdama daļa no lielas daļas programmatūras. Droši var apgalvot, ka datorsistēmu arhitektūru atmiņas koncepcija ļauj izmantot atmiņu vairākkārtēji. Atmiņu var relocēt, izdzēst, pieprasīt lielākus atmiņas gabalus u.t.t. No šī izriet datu mainības būtība, un līdz šai dienai tā ir iekalta lielā daļā, ja ne visu, programmēšanas un skriptēšanas valodu.

No otras puses, mainīgiem datiem pastāv īpašība būt neparedzamiem. Kamēr mazas sistēmas spēj tikt galā ar nelielu daudzumu mainīgo, tad lielajās sistēmā tas var kļūt par acīmredzamu problēmu. Atmiņa datoram ir viena, tomēr atsaukties uz to var no dažādām vietām dažādos laika brīžos, kas padara spriešanu par datu stāvokli daudz sarežģītāk.

Programmētāji izmanto iespēju mainīt datus brīvā veidā, jo programmēšanas valodas un to abstrakcijas ir padarījušas to tik vienkāršu. Lai gūtu vairāk kontroles pār iepriekš minēto uzvedību, valodas no C saimes, Java, JavaScript un citas valodas satur gramatikas, kas ierobežo mainīgu datu inicializāciju un to turpmāko vērtību maiņu. Kā piemēru var minēt `const` atslēgvārdu no valodas C, kas fiksē doto mainīgo un liedz pārrakstīt tā vērtību, tomēr tas tikai daļēji attiecas uz atsauces tipa vērtībām. Kaut arī šāda tipa mainīgais vienmēr atsauksies tikai uz vienu konkrētu atmiņas apgabalu, nav noteikts, ka vērtība, kas tajā atrodas, nemainīsies. Līdz ar to, `const` atslēgvārds negarantē patiesu datu nemainību, bet tikai noslēdz to uz `readonly` pieeju. Neskatoties uz dažādiem programmēšanas valodu centieniem ierobežot datu mainību, tādas problēmas kā neparedzamas mainīgo vērtības pāveidē izpildes laikā, mainīgo aizstājējvārdu nepārdomāta ieviešana un izmantošana, mainīgo nejauša re-inicializācija u.c. joprojām sastāda lielu daļu programmu. [1]

Šis darbs izskata jaunas interpretējamas programmēšanas valodas izveidi, kurai pielietota datu nemainības semantika, cenšoties mazināt programmatūras izstrādes problēmas saistītas ar stāvokli maiņu. Tas arī nozīmē, ka galvenā ideja kalpo par faktoru valodas nosaukuma izvēlei. Savukārt interpretatora sākotnējā versijā, kas šeit ir izskatīta, ietilpst apstrādes loģika sekojošām daļām: primitīvi datu tipi un to glabāšana mainīgos, ar to saistītā datu nemainības semantika, izteikumi, tīras un netīras funkcijas, kontroles plūsma un cikli.

Šī darba pirmajā nodaļā tiks izskatīta programmēšanas valodas specifikācija, kurai pakārtosies interpretators. Savukārt otrā nodaļa būs veltīta interpretatora arhitektūras pārskatam un tā tehniskai specifikācijai, kā arī tehnoloģijām izmantotām programmatūras izstrādei. Trešā un ceturtā nodaļa virzīs uzmanību uz leksera un parsētāja izstrādes detaļām, bet piektā nodaļa būs par rezultējošā AST apstrādi. Tālākajā sestajā nodaļā būs apkopoti rezultāti par jauniegūto valodu un tās interpretatoru, un praktiski demonstrēts valodas pielietojums. Visbeidzot, septītajā nodaļā tiek izvirzītas idejas turpmākai valodas attīstībai, un izskatīts kopsavilkums par paveikto darbu.

## BIBLIOGRĀFIJA

- [1] Michael Coblenz, Joshua Sunshine, Jonathan Aldrich, Brad Myers, Sam Weber, and Forrest Shull. Exploring language support for immutability. In *Proceedings of the 38th International Conference on Software Engineering (ICSE)*, pages 736–747. IEEE/ACM, 2016.