

# Programski jezik Lua

Seminarski rad u okviru kursa  
Metodologija stručnog i naučnog rada  
Matematički fakultet

Prvi autor, drugi autor, treći autor, četvrti autor  
kontakt email prvog, drugog, trećeg, četvrtog autora

28. mart 2019

## Sažetak

U ovom tekstu je ukratko prikazana osnovna forma seminarskog rada. Obratite pažnju da je pored ove .pdf datoteke, u prilogu i odgovarajuća .tex datoteka, kao i .bib datoteka korišćena za generisanje literature. Na prvoj strani seminarskog rada su naslov, apstrakt i sadržaj, i to sve mora da stane na prvu stranu! Kako bi Vaš seminarski zadovoljio standarde i očekivanja, koristite uputstva i materijale sa predavanja na temu pisanja seminarskih radova. Ovo je samo šablon koji se odnosi na fizički izgled seminarskog rada (šablon koji *morate* da koristite!) kao i par tehničkih pomoćnih uputstava.

## Sadržaj

|          |  |          |
|----------|--|----------|
| <b>1</b> | <b>Uvod</b>  | <b>3</b> |
| <b>2</b> | <b>Nastanak i istorijski razvoj, mesto u razvojnom stablu, uticaji drugih programskih jezika</b> | <b>3</b> |
| <b>3</b> | <b>Osnovna namena i mogućnosti programskog jezika Lua</b>  | <b>3</b> |
| <b>4</b> | <b>Najpoznatija okruženja (framework) za korišćenje ovog jezika i njihove karakteristike</b>     | <b>4</b> |
| <b>5</b> | <b>Instalacija i uputstvo za pokretanje na Linux/Windows operativnim sistemima</b>               | <b>4</b> |
| <b>6</b> | <b>Paradigme i koncepti</b>  | <b>4</b> |
| 6.1      | Tabele i objekti . . . . .   | 4        |
| 6.1.1    | Tabele . . . . .   | 4        |
| 6.1.2    | Kreiranje tabela . . . . .   | 5        |
| 6.1.3    | Skladištenje vrednosti . . . . .   | 5        |
| 6.2      | Meta tabele i meta metodi . . . . .  | 6        |
| 6.2.1    | Kreiranje meta tabele . . . . .  | 6        |
| 6.3      | Iteratori i zatvaranja . . . . .   | 7        |
| 6.4      | Funkcije . . . . .   | 7        |
| 6.4.1    | Zatvorenja . . . . .   | 8        |
| <b>7</b> | <b>Zaključak</b>   | <b>9</b> |

|                   |           |
|-------------------|-----------|
| <b>Literatura</b> | <b>9</b>  |
| <b>A Dodatak</b>  | <b>10</b> |

## 1 Uvod

Kada budete predavali seminarski rad, imenujete datoteke tako da sadrže redni broj teme, temu seminarskog rada, kao i prezimena članova grupe. Precizna uputstva na temu imenovnja će biti data na formi za predaju seminarskog rada. Predaja seminarskih radova biće isključivo preko veb forme, a NE slanjem mejla. Link na formu će biti dat u okviru obaveštenja na strani kursa. Vodite računa da prilikom predavanja seminarskog rada predate samo one fajlove koji su neophodni za ponovno generisanje pdf datoteke. To znači da pomoćne fajlove, kao što su .log, .out, .blg, .toc, .aux i slično, **ne treba predavati**.

## 2 Nastanak i istorijski razvoj, mesto u razvojnom stablu, uticaji drugih programskih jezika

## 3 Osnovna namena i mogućnosti programskog jezika Lua

Iako je Lua prvenstveno razvijena za potrebe dva projekta, danas se, zbog svoje jednostavnosti, efikasnosti i portabilnosti, koristi u najrazličitijim oblastima: ugrađenim sistemima, mobilnim uređajima, veb serverima i igricama.

Lua se obično koristi na jedan od sledeća tri načina: kao skript jezik u sastavu aplikacija pisanih na nekom drugom jeziku, kao samostalan jezik ili zajedno sa C-om.[3]

Ako se Lua upotrebljava u aplikaciji kao ugrađeni jezik, za njeno konfigurisanje u skladu sa domenom date aplikacije potrebno je koristiti Lua-C API. Pomoću njega se mogu, na primer, registrovati nove funkcije, praviti novi tipovi i vršiti izmene u ponašanja nekih operacija. Jedan od primera gde se Lua upotrebljava kao ugrađeni jezik je CGI Lua, alat za pravljenje dinamičkih veb stranica i manipulisanje podacima prikupljenih putem veb formi. U suštini, CGI Lua predstavlja apstrakciju za Veb server.[1] Kao ugrađeni jezik, Lua je našla i široku primenu u igricama.

Sve češće, Lua se koristi i kao samostalan jezik, čak i za veće projekte. U te svrhe su razvijene biblioteke koje nude različite funkcionalnosti. Na primer, postoje biblioteke za rad sa stringovima, tabelama, fajlovima, modulima, itd.

Treća mogućnost za upotrebu Lue jeste u okviru programa pisanih u C-u. Lua se tada importuje kao C biblioteka. Programeri koji se opredele za ovakav način rada uglavnom najveći deo programa pišu u C-u, ali moraju dobro da poznaju i Luu kako bi kreirali jednostavne interfejse lake za upotrebu.

Lua je i tzv. jezik za spajanje (eng. glue language). Ona podržava razvoj softvera zasnovan na komponentama. U tom slučaju, aplikacija se kreira spajanjem postojećih komponenti višeg nivoa - komponenti koje su napisane u kompajliranom, statički tipiziranom jeziku kao što je C ili C++. One obično predstavljaju koncepte niskog nivoa koji se neće mnogo menjati tokom razvoja programa jer oduzimaju mnogo procesorskog vremena. Takve komponente se spajaju pomoću Lue. Dakle, Lua se koristi

za pisanje onih delova koda koji će se verovatno menjati mnogo puta i na taj način ubrzava proces razvoja programa.

Kao i mnogi drugi jezici, Lua teži tome da bude fleksibilna. Ali, takođe teži tome da bude mali jezik - i u pogledu implementacije i u terminima specifikacije. Za ugrađene jezike ovo je veoma bitna osobina pošto se veoma često koriste u uređajima koji imaju ograničene hardverske resurse. Kako bi se postigla ova dva suprotstavljena cilja, dodavanju novih karakteristika u jezik se pristupa ekonomično. Zbog toga Lua koristi malo mehanizama. A pošto ih je malo, oni moraju biti efikasni. Neki od takvih mehanizama su, na primer, tabele (koje su u suštini asocijativni nizovi), funkcije prvog reda, korutine i refleksivne mogućnosti. Takođe, da bi jezik bio što manji, umesto hijerarhije numeričkih tipova (realni, racionalni, celi), Lua ima samo double floating-point (prevesti?) tip vrednosti.<sup>[4]</sup>

## 4 Najpoznatija okruženja (framework) za korišćenje ovog jezika i njihove karakteristike

## 5 Instalacija i uputstvo za pokretanje na Linux/Windows operativnim sistemima

## 6 Paradigme i koncepti

Lua podržava različite paradigme, kao što su objektno-orjentisana, funkcionalna i proceduralna. Ona ne podržava ove paradigme pomoću specifičnih mehanizama za svaku od njih, već pomoću opštih mehanizama kao što su tabele, funkcije prvog reda, delegacija i korutine. Pošto ti mehanizmi nisu specifični ni za jednu određenu paradigmu, moguće su i druge paradigme. Svi mehanizmi Lue rade nad standardnom proceduralnom semantikom, što omogućuje laku integraciju između njih. Prema tome, većina programa napisanih u Lui su proceduralni, s tim što uključuju i korisne tehnike iz drugih paradigmi. <sup>[4]</sup>

### 6.1 Tabele i objekti

Jedina struktura podataka koju Lua pruža je tabela. Tabele su dovoljno moćne da pomoću njih može da se implementira druga struktura podataka, kao što su liste, redovi ili stekovi. Lua nije objektno-orjentisani jezik, te nema podršku za objekte. Međutim, koristeći tabele i metatabele, sistem objekata i klasa može biti implementiran iz temelja.

#### 6.1.1 Tabele

Tabele su first-class, dinamički kreirani asocijativni nizovi [An associative array is an array that can be indexed not only with numbers, but also with strings or any other value of the language, except nil.]. One su u osnovi rečnik ili niz. Tabele se sastoje iz parova ključ-vrednost. Ako su ključevi tabele numerički, tabela predstavlja niz. Ako su ključevi ne-numeričke ili mešovite vrednosti, tabela je rečnik. Kao ključ u tabeli se može koristiti bilo šta, osim nil. Bilo šta, uključujući i nil, može biti vrednost. Tabele se skladište po referenci, a ne po vrednosti, i program jedino

preko referenci (ili pokazivača) njima manipuliše. Nema skrivenih kopija ili kreiranja novih tabela iza scene.

### 6.1.2 Kreiranje tabela

Tabela se kreira putem konstruktora, koji u svojoj najjednostavnijoj formi izgleda ovako . Nakon što je tabela kreirana, ona treba biti dodeljena promenljivoj. Ako se tabela ne dodeli promenljivoj, nije moguće na nju referisati. Sledeći kod kreira novu tabelu i dodeljuje je promenljivoj a:

```
a = {}      -- kreira tabelu i smešta njenu referencu u promenljivu a
```

### 6.1.3 Skladištenje vrednosti

Tabela je relacionala struktura podataka koja skladišti vrednosti. Da bi se promenljiva sačuvala u tabeli, koristi se sledeća sintaksa:

```
table[key] = value
```

Naredni primer demonstrira kako napraviti tabelu, sačuvati vrednost sa ključem x, i kako vratiti (izvaditi) tu vrednost:

```
k = "x"
a[k] = 10      -- nov ulaz, sa ključem key="x" i vrednošću value=10
a[20] = "great" -- nov ulaz, sa ključem key=20 i vrednošću value="great"
print(a["x"])  -- > 10
k = 20
print(a[k])    -- > "great" - vraća vrednost (izvadi vrednost iz tabele)
a["x"] = a["x"] + 1 -- uvećava ulaz "x"
print(a["x"])  -- > 11
```

Kada u programu ne postoji ni jedna referenca na neku tabelu, Lua menadzer (upravljač) memorije će (eventualno) obrisati tu tabelu (i osloboditi memoriju koju je zauzimala), tako da memorija koju je ta tabela zauzimala kasnije može biti ponovo upotrebljena. Ključ tabele može biti bilo kog tipa (čak i druga tabela), osim nil, i svaka tabela može da čuva vrednosti različitih tipova indeksa. Razmotrimo sledeći primer:

```
a = {}      -- prazna tabela
-- kreira se 1000 novih ulaza
for i=1,1000 do a[i] = i*2 end
print(a[9])  --> 18
a["x"] = 10
print(a["x"]) --> 10
print(a["y"]) --> nil
```

Primerite poslednju liniju: Baš kao globalne promenljive, polja tabele dobijaju vrednost nil ako nisu inicijalizovana (ako ne dodelite vrednost ključu u tabeli, podrazumevana (default) vrednost je nil). Takođe kao kod globalnih promenljivih, polju tabele možete dodeliti vrednost nil ako želite da ga obrišete. Ako je ključ za tabelu tipa string, za pristup tabeli se može koristiti tačka sintaksa (eng. dot syntax). Lua podržava ovu reprezentaciju pružajući a.name kao lepši zapis za ["name"]. Dakle, poslednje tri linije prethodnog koda (primera) mogu se napisati i ovako:

```
a.x = 10      -- isto što i a["x"] = 10
print(a.x)    -- isto što i print(a["x"])
print(a.y)    -- isto što i print(a["y"])
```

## 6.2 Meta tabele i meta metodi

Meta tabele menjaju ponašanje tabela koristeći meta metode. Te meta metode su funkcije sa specifičnim imenom koje utiče na to kako se tabela ponaša. Na primer, koristeći meta tabele, možemo definisati kako Lua računa izraz  $a + b$ , gde su  $a$  i  $b$  tabele. Kad god Lua proba da sabere dve tabele, prvo proverava da li svaka od njih ima meta tabelu i da li ta meta tabela ima `__add` polje. Ako Lua pronadje to polje, zove odgovarajuću funkciju da bi izračunala sumu. Da bi se postavila ili promenila meta tabela bilo koje tabele koristi se funkcija `setmetatable`:

```
t1 = {}  
  setmetatable(t, t1)  
  assert(getmetatable(t) == t1)
```

Bilo koja tabela može biti meta tabela bilo koje druge tabele; grupa povezanih tabela može da deli zajedničku meta tabelu (koja opisuje njihovo zajedničko ponašanje); tabela može biti svoja sopstvena meta tabela (tako da opisuje svoje individualno ponašanje). Bilo koja od ovih konfiguracija je validna.

### 6.2.1 Kreiranje meta tabele

Za kreiranje meta tabele neophodno je prvo kreirati običnu tabelu nazvanu meta. Ova tabela će imati funkciju koja se zove `__add` [ `__add` je rezervisano ime za funkciju]. `__add` funkcija će primati dva argumenta. Levi argument će biti tabela sa poljem koje se zove `value`, a desni argument će biti broj:

```
meta = { } -- kreira tabelu  
meta.__add = function(left, right) -- dodaje meta metod  
  return left.value + right -- pretpostavlja se da je left tabela  
end
```

Dalje, treba napraviti tabelu zvanu container. Container tabela će imati promenljivu zvanu `value`, koja će imati vrednost 5:

```
container = {  
  value = 5  
}
```

Pokušajte da dodate broj 4 container tabeli; Lua će izbaciti sintaksnu grešku. Ovo je zato što ne možete da dodate broj tabeli. Kod koji uzrokuje grešku izgleda ovako:

```
result = container + 4 -- ERROR  
print ("result: " .. result)
```

Dodavanjem meta tabele container tabeli, koja ima `__add` meta metod, mozemo napraviti da ovaj kod radi. Funkcija `setmetatable` se koristi da dodeli meta tabelu. Kod koji omogućava da sve ovo radi izgleda ovako:

```
setmetatable(container, meta) -- postavlja meta tabelu  
result = container + 4 -- RADI!  
print ("result: " .. result)
```

DOPUNITI... Meta tabele su možda najmoćnija karakteristika Lua-e.

## 6.3 Iteratori i zatvoranja

Iterator, konstrukcija koje omogućava prolazak kroz kolekciju, predstavlja se pomoću funkcije. Pri svakom pozivu ta funkcija vraća naredni element iz kolekcije. Na listingu 1 dat je primer iteratora nad listom koji vraća vrednost elemenata liste.

```
1000 function values (t)
      local i = 0
1002   return function () i = i + 1; return t[i] end
      end
1004
1006 t = {10, 20, 30}
      for element in values(t) do
1008         print(element)
      end
```

Listing 1: Primer iteratora nad listom

Između uzastopnih poziva, iterator mora da pamti stanje u kom se nalazi kako bi znao da nastavi dalje odatle. U tu svrhu se koriste zatvorenja (eng. closure). Zatvorenje je funkcija koja se nalazi unutar neke druge funkcije. Pri tome, unutrašnja funkcija može da pristupa promenljivama spoljašnje funkcije. Ta spoljašnja funkcija, koja se zove fabrika (eng. factory), zapravo pravi zatvorenje. [2]

U listingu 1 fabrika je values(). Pri svakom pozivu ona pravi zatvorenje (koje predstavlja sam iterator). To zatvorenje čuva svoje stanje u spoljašnjim promenljivama (t, i, n) tako da, svaki put kada se pozove, vraća naredni element iz liste t. Kada više nema vrednosti u listi, vraća nil.

## 6.4 Funkcije

Funkcije u Lua-i su first-class values (primarne vrednosti, građani prvog reda) sa odgovarajućim "leksičkim opsegom". Za funkciju se kaže da je građanin prvog reda (vrednosti prve klase) ako ona ima ista prava kao i vrednosti poput brojeva i stringova. Funkcije mogu da se čuvaju u promenljivama (globalnim i lokalnim) i u poljima tabela, da se prosleđuju drugim funkcijama kao argumenti i da se vrate kao povratna vrednost funkcija. Da funkcija ima "leksički opseg znači da može pristupati promenljivama funkcija kojima je okružena. Ova osobina omogućava da u Lua-i možemo da primenimo tehnike programiranja iz sveta funkcionalnih jezika kao i da program bude kraći i jednostavniji.

Kada govorimo o imenu funkcije, na primer print, mi zapravo pričamo o promenljivoj koja sadrži (čuva) tu funkciju. Neke od posledica ove karakteristike Lua-e prikazane su u narednom primeru:

```
a = {p = print}
a.p("Hello World") --> Hello World
print = math.sin   -- print sada referiše na funkciju sin
a.p(print(1))      --> 0.841470
sin = a.p           -- sin sada referiše na funkciju print
sin(10, 20)        --> 10      20
```

Iako su funkcije vrednosti, postoji izraz kojim se funkcija kreira - deklaracija funkcije obično ovako izgleda:

```
function foo (x) return 2*x end
```

Deklaracija funkcije započinje ključnom rečju `function`, nakon koje sledi ime funkcije, a zatim lista parametara funkcije. [Parametri su imena promenljivih okružena zagradama], koja može biti prazna ako funkciji nisu potrebni parametri. Nakon liste parametara piše se telo funkcije. Telo funkcije se završava navođenjem ključne reči `end`. Međutim, prethodni primer deklaracije funkcije samo je lepši način da se zapiše:

```
foo = function (x) return 2*x end
```

To jest, definicija funkcije je u stvari naredba koja promenljivoj dodeljuje vrednost tipa "function". Izraz `function (x) ... end` možemo posmatrati kao konstruktor za funkcije, baš kao što je konstruktor za tabele. Rezultat takvog konstruktora funkcije zovemo anonimna funkcija. Iako uglavnom funkcijama dodeljujemo imena, postoje i (nekoliko) situacija kada funkcije treba da ostanu anonimne. Na primer, biblioteka za tabele pruža funkciju `table.sort`, koja prima tabelu i sortira njene elemente. Ova funkcija mora da dozvoli (omogućiti) neograničeno varijacija in the sort order: rastuće ili opadajuće, numeričko ili alfabetsko, tabele sortirane po ključu, itd. Uместo kucanja posebnog koda da bile omogućene sve vrste opcija (načina sortiranja), sort pruža jedan (jedini) opcion parametar, koji predstavlja funkciju za poređenje (engl. order function, koja vrši poređenje dve vrednosti): funkcija koja prima dva elementa i vraća da li prvi argument treba da bude pre drugog. Sledeći primer prikazuje gde je zgodno upotrebiti anonimnu funkciju. Na primer, neka je data tabela sa slogovima:

```
network = {
  {name = "grauna", IP = "210.26.30.34"},
  {name = "arraial", IP = "210.26.30.23"},
  {name = "lua", IP = "210.26.23.12"},
  {name = "derain", IP = "210.26.23.20"},
}
```

Ako želimo da sortiramo tabelu po imenu polja, u obrnutom alfabetskom poretku (in reverse alphabetical order), pišemo:

```
table.sort(network, function (a,b)
  return (a.name > b.name)
end)
```

Funkcija koja prima drugu funkciju kao argument, kao što je `sort`, je ono što zovemo funkcija višeg reda (a higher-order function). Higher-order funkcije su moćan mehanizam u programiranju i korišćenje anonimnih funkcija za kreiranje argumenata funkcije je odličan izvor fleksibilnosti. Ali funkcije višeg reda nemaju specijalna prava; have no special rights; one su samo posledica mogućnosti Lua-e da upravlja funkcijama kao prvoklasnim vrednostima.

#### 6.4.1 Zatvorenja

U Lua-i, promenljive koje su lokalne za neku funkciju su takođe dostupne u funkcijama koje su definisane unutar te funkcije, tj. unutar ugnježđenih definicija. Primer koji ovo oslikava jeste kada postoji neka funkcija koja vraća anonimnu funkciju. Anonimna funkcija može da vidi lokalne promenljive (enclosing) funkcije kojom je okružena. Međutim, pošto je anonimna funkcija vraćena, ona može da nadživi postojeću funkciju. Kada vratimo anonimnu funkciju, ona kreira zatvorenje. To zatvorenje obuhvata njeno enclosing stanje (visible chunks). Ovaj mehanizam dopušta pristup stanju enclosing funkcije, iako se ta funkcija više ne izvršava. Ovo je prikazano u sledećem kodu:



```

function newCounter ()
    local i = 0 -- lokalna promenljiva za newCounter() funkciju
    return function () -- anonimna funkcija

-- Posto je anonimna funkcija kreirana unutar funkcije newCounter () ona moze da vidi
-- sve clanove funkcije newCounter ()
-- ova funkcija ce moci da zapamti stanje funkcije newCounter (), praveci zatvorenje

        i = i + 1
        return i
    end

end

c1 = newCounter()
print(c1()) --> 1
print(c1()) --> 2

```

Ovde anonimna funkcija koristi upvalue (upvalue je skraćenica za external local variable), i, da održi svoj brojač. Međutim, kada pozovemo anonimnu funkciju, i je van dometa (izvan scope-a), zato što je funkcija koja je kreirala tu promenljivu (newCounter) završila sa radom (vratila vrednost, returned). Ipak, Lua razrešava tu situaciju korektno, koristeći koncept zatvorenja. Jednostavno rečeno, zatvorenje je funkcija plus sve što joj je potrebno da pristupi njenim upvalues korektno. Ako pozovemo newCounter ponovo, napraviće novu lokalnu promenljivu i, pa ćemo dobiti novo zatvorenje, delujući sada nad tom novom promenljivom:

```

c2 = newCounter()
print(c2()) --> 1
print(c1()) --> 3
print(c2()) --> 2

```

Dakle, c1 i c2 su različita zatvorenja nad istom funkcijom i svako deluje na nezavisnu instantiation lokalne promenljive i. Tehnički govoreći, ono što je vrednost u Lui je zatvorenje, a ne funkcija. Funkcija sama za sebe je samo prototip za zatvorenje.

## 7 Zaključak

Ovde pišem zaključak. Ovde pišem zaključak. Ovde pišem zaključak. Ovde pišem zaključak. Ovde pišem zaključak. Ovde pišem zaključak. Ovde pišem zaključak. Ovde pišem zaključak. Ovde pišem zaključak. Ovde pišem zaključak.

## Literatura

- [1] Kepler Project, 2003. on-line at: <https://keplerproject.github.io/cgilua/>.
- [2] Roberto Ierusalimsky. Lua.org, 2003-2004. on-line at: <https://www.lua.org/pil/7.1.html>.
- [3] Roberto Ierusalimsky. *Programming in Lua*. Lua.org, Rio de Janeiro, 2006.
- [4] Roberto Ierusalimsky. Programming with multiple paradigms in Lua. *Proceedings of the 18th International Workshop on Functional*

*and (Constraint) Logic Programming*, page 5–13, 2009. on-line at:  
[www.inf.puc-rio.br/%7Eroberto/docs/ry09-03.pdf](http://www.inf.puc-rio.br/%7Eroberto/docs/ry09-03.pdf).

## A Dodatak

Ovde pišem dodatne stvari, ukoliko za time ima potrebe. Ovde pišem dodatne stvari, ukoliko za time ima potrebe. Ovde pišem dodatne stvari, ukoliko za time ima potrebe. Ovde pišem dodatne stvari, ukoliko za time ima potrebe. Ovde pišem dodatne stvari, ukoliko za time ima potrebe.