Dr Dinu Dragan

PARALELNE I DISTRIBUIRANE ARHITEKTURE I JEZICI (ČAS 2)

ŠTA RADIMO DANAS?

- Ključne reči (rečnik jednog programskog jezika)
- Rust sintaksa
- Promenljive
- Tipovi podataka

KLJUČNE REČI

KLJUČNE REČI RUST PROGRAMSKOG JEZIKA

- Rust ima ključne reči koje su rezervisane isključivo za sam Rust jezik, tj. ne mogu se koristiti za pravljenje identifikatora
- Šta su identifikatori?
- Zašto su oni važni?
- Koja su pravila za rad sa identifikatorima?
- Ako se naziv promenljive sastoji iz više reči, u Rustu su reči u identifikatoru odvojene donjom crtom

  moja_promenljiva

- Rust ključne reči su rezervisane za trenutnu upotrebu ili za buduću upotrebu (?)

KLJUČNE REČI TRENUTNO U UPOTREBI

as	perform primitive casting, disambiguate the specific trait containing an item, or rename items in use statements
async	return a Future instead of blocking the current thread
await	suspend execution until the result of a Future is ready
break	exit a loop immediatel
const	define constant items or constant raw pointers
continue	continue to the next loop iteration
crate	in a module path, refers to the crate root
dyn	dynamic dispatch to a trait object
else	fallback for if and if let control flow constructs
enum	define an enumeration
extern	link an external function or variable

KLJUČNE REČI TRENUTNO U UPOTREBI

false	Boolean false literal
fn	define a function or the function pointer type
for	loop over items from an iterator, implement a trait, or specify a higher-ranked lifetime
if	branch based on the result of a conditional expression
impl	implement inherent or trait functionality
in	part of for loop syntax
let	bind a variable
loop	loop unconditionally
match	match a value to patterns
mod	define a module
move	make a closure take ownership of all its captures

KLJUČNE REČI TRENUTNO U UPOTREBI

mut	denote mutability in references, raw pointers, or pattern bindings
pub	denote public visibility in struct fields, impl blocks, or modules
ref	bind by reference
return	return from function
Self	a type alias for the type we are defining or implementing
self	method subject or current module
static	global variable or lifetime lasting the entire program execution
struct	define a structure
super	parent module of the current module
trait	define a trait
true	Boolean true literal

KLJUČNE REČI TRENUTNO U UPOTREBI

type	define a type alias or associated type
union	define a union; is only a keyword when used in a union declaration
unsafe	denote unsafe code, functions, traits, or implementations
use	bring symbols into scope
where	denote clauses that constrain a type
while	loop conditionally based on the result of an expression

KLJUČNE REČI ZA BUDUĆU UPOTREBU

- **abstract**
- **become**
- **box**
- **do**
- **final**
- **macro**
- **override**
- **priv**
- **try**
- **typeof**
- **unsized**
- **virtual**
- **yield**

- Ostavljeno za buduće upotrebe ako ikada zatreba …

RAW IDENTIFIERS (SIROVI IDENTIFIKATORI)

- Raw identifikatori su deo sintakse koja vam omogućava da koristite ključne reči tamo gde one inače ne bi bile dozvoljene
- Raw identifikator se koriste tako što se na ključnu reč doda prefiks **r#**
- Na primer, ako se želi napraviti funkcija koja se zove **match**, to nije moguće, jer je **match** ključna reč u programsku jeziku Rust
- Može se koristiti ako se ispred naziva doda raw identifikator, **r#match**, jedino što se i u definiciji identifikatora i u pozivu mora koristiti **r#**
- Raw identifikatori omogućavaju da se koristi bilo koja reč za identifikator, čak i ako je ta reč rezervisana ključna reč
- Ovo daje više slobode i omogućava integraciju sa programima napisanim na jeziku gde ove reči nisu ključne reči
- Omogućuju da se koristite biblioteke napisane u drugačijem izdanju Rusta (try nije ključna reč u Rust verziji iz 2015. godine, ali jeste u verziji iz 2018. godine)

REČNIK RUST SINTAKSE

REČNIK

- Kao i svi programski jezici, Rust ima složenu sintaksu čiji rečnik uključuje operatore i druge simbole koji se pojavljuju sami ili u kontekstu putanja, generičkih karakteristika, granica osobina, makroa, atributa, komentara, torki i zagrada
- Tabela B-1 iz Rust knjige sadrži listu svih operatora u Rust programskom jeziku, primer kako se operator koristi, kratko objašnjenje i da li je taj operator može da se overloduje
- Ako operator može da se overloduje, navedena je relevantna osobina koja se koristi za overloding tog operatora

OPERATORI

Operator	Example	Explanation	Overloadable?
!	ident!(...), ident!{...}, ident![...]	Macro expansion	
!	!expr	Bitwise or logical complement	Not
!=	expr != expr	Nonequality comparison	PartialEq
%	expr % expr	Arithmetic remainder	Rem
%=	var %= expr	Arithmetic remainder and assignment	RemAssign
&	&expr, &mut expr	Borrow	
&	&type, &mut type, &'a type, &'a mut type	Borrowed pointer type	
&	expr & expr	Bitwise AND	BitAnd
&=	var &= expr	Bitwise AND and assignment	BitAndAssign
&&	expr && expr	Short-circuiting logical AND	
*	expr * expr	Arithmetic multiplication	Mul

OPERATORI

`*=`	`var *= expr`	Arithmetic multiplication and assignment	`MulAssign`
`*`	`*expr`	Dereference	`Deref`
`*`	`*const type`, `*mut type`	Raw pointer	
`+`	`trait + trait`, `'a + trait`	Compound type constraint	
`+`	`expr + expr`	Arithmetic addition	`Add`
`+=`	`var += expr`	Arithmetic addition and assignment	`AddAssign`
`,`	`expr, expr`	Argument and element separator	
`-`	`- expr`	Arithmetic negation	`Neg`
`-`	`expr - expr`	Arithmetic subtraction	`Sub`
`-=`	`var -= expr`	Arithmetic subtraction and assignment	`SubAssign`
`->`	`fn(...) -> type`, `|...| -> type`	Function and closure return type	
`.`	`expr.ident`	Member access	

OPERATORI

`..`	`..`, `expr..`, `..expr`, `expr..expr`	Right-exclusive range literal	`PartialOrd`
`..=`	`..=expr`, `expr..=expr`	Right-inclusive range literal	`PartialOrd`
`..`	`..expr`	Struct literal update syntax	
`..`	`variant(x, ..)`, `struct_type { x, .. }`	"And the rest" pattern binding	
`...`	`expr...expr`	(Deprecated, use `..=` instead) In a pattern: inclusive range pattern	
`/`	`expr / expr`	Arithmetic division	`Div`
`/=`	`var /= expr`	Arithmetic division and assignment	`DivAssign`

OPERATORI

`:`	`pat: type, ident: type`	Constraints	
`:`	`ident: expr`	Struct field initializer	
`:`	`'a: loop {...}`	Loop label	
`;`	`expr;`	Statement and item terminator	
`;`	`[...; len]`	Part of fixed-size array syntax	
`<<`	`expr << expr`	Left-shift	`Shl`
`<<=`	`var <<= expr`	Left-shift and assignment	`ShlAssign`
`=`	`var = expr, ident = type`	Assignment/equivalence	
`==`	`expr == expr`	Equality comparison	`PartialEq`
`=>`	`pat => expr`	Part of match arm syntax	
`>`	`expr > expr`	Greater than comparison	`PartialOrd`
`>=`	`expr >= expr`	Greater than or equal to comparison	`PartialOrd`
`>>`	`expr >> expr`	Right-shift	`Shr`
`>>=`	`var >>= expr`	Right-shift and assignment	`ShrAssign`

OPERATORI

`@`	`ident @ pat`	Pattern binding	
`^`	`expr ^ expr`	Bitwise exclusive OR	`BitXor`
`^=`	`var ^= expr`	Bitwise exclusive OR and assignment	`BitXorAssign`
`|`	`pat | pat`	Pattern alternatives	
`|`	`expr | expr`	Bitwise OR	`BitOr`
`|=`	`var |= expr`	Bitwise OR and assignment	`BitOrAssign`
`||`	`expr || expr`	Short-circuiting logical OR	
`?`	`expr?`	Error propagation	

NEOPERATORSKI SIMBOLI

Symbol	Explanation
`'ident`	Named lifetime or loop label
`...u8`, `...i32`, `...f64`, `...usize`, etc.	Numeric literal of specific type
`"..."`	String literal
`r"..."`, `r#"..."#`, `r##"..."##`, etc.	Raw string literal, escape characters not processed
`b"..."`	Byte string literal; constructs an array of bytes instead of a string
`br"..."`, `br#"..."#`, `br##"..."##`, etc.	Raw byte string literal, combination of raw and byte string literal
`'...'`	Character literal
`b'...'`	ASCII byte literal
`|...| expr`	Closure
`!`	Always empty bottom type for diverging functions
`_`	"Ignored" pattern binding; also used to make integer literals readable

SIMBOLI ZA RAD SA PUTANJAMA

Symbol	Explanation
`ident::ident`	Namespace path
`::path`	Path relative to the crate root (i.e., an explicitly absolute path)
`self::path`	Path relative to the current module (i.e., an explicitly relative path).
`super::path`	Path relative to the parent of the current module
`type::ident`, `<type as trait>::ident`	Associated constants, functions, and types
`<type>::...`	Associated item for a type that cannot be directly named (e.g., `<&T>::...`, `<[T]>::...`, etc.)
`trait::method(...)`	Disambiguating a method call by naming the trait that defines it
`type::method(...)`	Disambiguating a method call by naming the type for which it's defined
`<type as trait>::method(...)`	Disambiguating a method call by naming the trait and type

GENERIČKI SIMBOLI

Symbol	Explanation
`path<...>`	Specifies parameters to generic type in a type (e.g., `Vec<u8>`)
`path::<...>`, `method::<...>`	Specifies parameters to generic type, function, or method in an expression; often referred to as turbofish (e.g., `"42".parse::<i32>()`)
`fn ident<...> ...`	Define generic function
`struct ident<...> ...`	Define generic structure
`enum ident<...> ...`	Define generic enumeration
`impl<...> ...`	Define generic implementation
`for<...> type`	Higher-ranked lifetime bounds
`type<ident=type>`	A generic type where one or more associated types have specific assignments (e.g., `Iterator<Item=T>`)

CONSTRAIN SIMBOLI

Symbol	Explanation
`T: U`	Generic parameter `T` constrained to types that implement `U`
`T: 'a`	Generic type `T` must outlive lifetime `'a` (meaning the type cannot transitively contain any references with lifetimes shorter than `'a`)
`T: 'static`	Generic type `T` contains no borrowed references other than `'static` ones
`'b: 'a`	Generic lifetime `'b` must outlive lifetime `'a`
`T: ?Sized`	Allow generic type parameter to be a dynamically sized type
`'a + trait, trait + trait`	Compound type constraint

SIMBOLI ZA RAD SA MAKROIMA

Symbol	Explanation
`#[meta]`	Outer attribute
`#![meta]`	Inner attribute
`$ident`	Macro substitution
`$ident:kind`	Macro capture
`$(…)…`	Macro repetition
`ident!(...)`, `ident!{...}`, `ident![...]`	Macro invocation

SIMBOLI ZA KOMENTARE

Symbol	Explanation
`//`	Line comment
`//!`	Inner line doc comment
`///`	Outer line doc comment
`/*...*/`	Block comment
`/*!...*/`	Inner block doc comment
`/**...*/`	Outer block doc comment

SIMBOLI ZA RAD SA SLOGOVIMA (TUPLE)

Symbol	Explanation
`()`	Empty tuple (aka unit), both literal and type
`(expr)`	Parenthesized expression
`(expr,)`	Single-element tuple expression
`(type,)`	Single-element tuple type
`(expr, ...)`	Tuple expression
`(type, ...)`	Tuple type
`expr(expr, ...)`	Function call expression; also used to initialize tuple `structs` and tuple `enum` variants
`expr.0`, `expr.1`, etc.	Tuple indexing

SIMBOLI VITIČASTIH ZAGRADA

Context	Explanation
`{...}`	Block expression
`Type {...}`	`struct` literal

SIMBOLI UGLASTIH ZAGRADA

Context	Explanation
`[...]`	Array literal
`[expr; len]`	Array literal containing `len` copies of `expr`
`[type; len]`	Array type containing `len` instances of `type`
`expr[expr]`	Collection indexing. Overloadable (`Index`, `IndexMut`)
`expr[..]`, `expr[a..]`, `expr[..b]`, `expr[a..b]`	Collection indexing pretending to be collection slicing, using `Range`, `RangeFrom`, `RangeTo`, or `RangeFull` as the "index"

PROMENLJIVE

PROMENLJIVE

let <ime_p>[:tip] [=vrednost];

- Podrazumevano je da je promenljiva u Rustu nepromenljive, **immutable**, vrednosti

let x = 5; ili **let x:i32 = 5;** ili **let x;** ili **let x:i32;**

- Zašto odmah immutable promenljive?
- Dozvoljeno je i:

let x; … x = 5;

- Kako zna koji je tip?
- Da bi promenljiva od starta bila promenljive vrednosti potrebno je koristiti naredbu **mut**

let mut x = 5;

KONSTANTE

- Identifikatori kojima se dodeljuje vrednost koja se kasnije ne može menjati
- Kada i zašto koristimo konstante?
- Ne može se dodati **mut** nikada
- Umesto **let** koristi se **const**
- Mora se eksplicitno navesti kog je tipa konstanta

```
CONST X:i32 = 5;
```

- Može i rezultat izraza, pod uslovom da je vrednost konstantna I odgovarajućeg tipa:

```
const SEKUNDE_U_SATU:u32 = 60 * 60;
```

- Konstante važe sve vreme tokom izvršavanja programa, u okviru opsega u kome su deklarisane

PREKLAPANJE PROMENLJIVE (SHADOWING)

- Mogućnost da se napravi nova promenljiva sa istim imenom (ali drugačijim tipom ako to želimo)
- Svaki novi **let** sa istim identifikatorom stvara novu promenljivu tj. zauzima novu memoriju
- U Rust terminologiji to se naziva **shadowing** i kaže se da je prva promenljiva preklopljena ili **shadowed**

```
fn main() {
    let x = 5;

    let x = x + 1;

    {
        let x = x * 2;
        println!("The value of x in the inner scope is: {x}");
    }

    println!("The value of x is: {x}");
}
```

PREKLAPANJE PROMENLJIVE (SHADOWING)

- Kada se desi preklapanje, svaki put kada se upotrebi naziv promenljive, koristi se promenljiva koja je poslednja definisana
- Preklapanje prestaje kada promenljiva sa kojoj se vrši preklapanje izađe van opsega
- Nije isto što i **mut**, jer je pored promene vrednosti moguće da se prilikom preklapanja promeni tip promenljive

```
fn main() {
    let spaces = "   ";
    let spaces = spaces.len();
}
```

```
fn main() {
    let mut spaces = "   ";
    spaces = spaces.len();
}
```

Error

- Prvo imamo string, posle imamo ceo broj
- Ipak, preklapanje promenljivih na ovaj način može biti opasno!
- Zašto?

TIPOVI PODATAKA

- Šta su to tipovi podataka? Šta nam oni govore?
- Rust jezik je u velikoj meri dizajniran oko svojih tipova.
- Njegova podrška za kod visokih performansi proizilazi iz toga što dozvoljava programerima da izaberu prikaz podataka koji najbolje odgovara situaciji, uz pravi balans između jednostavnosti i cene
- Rust-ova garancija bezbednosti u radu sa memorijom i nitima izvršaanja počiva na ispravnosti njegovih tipova, a fleksibilnost proizilazi iz njegovih generičkih tipova i osobina
- Ovi tipovi na nivou koda imaju konkretne parnjake na nivou računara sa predvidljivim troškovima i performansama.
- Iako Rust ne garantuje da će se tipovi direktno mapirati, vodi se računa da su odstupanja minimalna i samo onda kada to predstavlja pouzdano poboljšanje

TIPOVI PODATAKA

- Kako Rust ima striktan statički sistem tipova podataka, moraju se navesti tipovi argumenata funkcije i povratne vrednosti, polja strukture i nekoliko drugih konstrukcija
- Dve karakteristike Rusta čine njegovu striktnost manje problematičnom za kodiranje nego što bi se očekivalo

1. Rust ima mogućnost da sam dedukuje koji tip se koristi (**type inference**)
   - U praksi, često postoji samo jedan tip koji će raditi za datu promenljivu ili izraz
   - Rust omogućava da se izostavi **(elide)** ili izbacite tip u većini slučajeva

```
fn build_vector() -> Vec<i16> {
    let mut v: Vec<i16> = Vec::<i16>::new();
    v.push(10i16);
    v.push(20i16);
    v
}
```

```
fn build_vector() -> Vec<i16> {
    let mut v = Vec::new();
    v.push(10);
    v.push(20);
    v
}
```

TIPOVI PODATAKA

1. Rust ima mogućnost da sam dedukuje koji tip se koristi (**type inference**)
   - Kada je neophodno navesti tip, tj. Rust ne može da ga sam dedukuje, onda se on poprilično jasno buni

```
 $ cargo build
   Compiling no_type_annotations v0.1.0 (file:///projects/no_type_annotations)
error[E0282]: type annotations needed
 --> src/main.rs:2:9
  |
2 |     let guess = "42".parse().expect("Not a number!");
  |         ^^^^^ consider giving `guess` a type

For more information about this error, try `rustc --explain E0282`.
error: could not compile `no_type_annotations` due to previous error
```

   - Navođenje tipa u tom slučaju rešava problem

```
 #![allow(unused)]
fn main() {
let guess: u32 = "42".parse().expect("Not a number!");
}
```

TIPOVI PODATAKA

2. Funkcije mogu biti generičke
   - jedna funkcija može raditi na vrednostima mnogo različitih tipova
   - funkcija može da radi na bilo kojoj vrednosti koja ima svojstva i metode koje će funkciji trebati (**duck typing**)
   - upravo ova fleksibilnost otežava jezicima sa dinamičkim tipovima da rano otkriju greške; testiranje je često jedini način da se uhvate takve greške
   - Rustove generičke funkcije daju jeziku stepen iste fleksibilnosti, dok i dalje hvata sve greške u tipu tokom kompajliranja
   - uprkos fleksibilnosti, generičke funkcije su jednako efikasne kao i njihove negeneričke verzije; nema inherentne prednosti u performansama pisanja, recimo, specifične funkcije sume za svaki ceo broj u odnosu na pisanje generičke koja rukuje svim celim brojevima

- Rust tipovi podataka mogu se podeliti na skalarne i kompleksne (**compound**)

SKALARI

SKALARNI TIPOVI

- Rust ima četiri osnovna skalarna tipa: cele brojeve (integer), brojevi sa decimalnim zarezom (floating-point numbers), karaktere (character) i logički tip (boolean)

Type	Description	Values
`i8`, `i16`, `i32`, `i64`, `i128` `u8`, `u16`, `u32`, `u64`, `u128`	Signed and unsigned integers, of given bit width	`42`, `-5i8`, `0x400u16`, `0o100i16`, `20_922_789_888_000u64`, `b'*'` (u8 byte literal)
`isize`, `usize`	Signed and unsigned integers, the same size as an address on the machine (32 or 64 bits)	`137`, `-0b0101_0010isize`, `0xffff_fc00usize`
`f32`, `f64`	IEEE floating-point numbers, single and double precision	`1.61803`, `3.14f32`, `6.0221e23f64`
`bool`	Boolean	`true`, `false`
`char`	Unicode character, 32 bits wide	`'*'`, `'\n'`, `'字'`, `'\x7f'`, `'\u{CA0}'`

SKALARNI TIPOVI

- Osnova Rustovog sistema tipova je kolekcija numeričkih tipova fiksne širine, izabranih da odgovaraju tipovima koje skoro svi savremeni procesori implementiraju (implementirano direktno u hardveru)
- Numerički tipovi fiksne širine mogu da izađu izvan opsega ili da dovedu do gubitka preciznosti
- Numerički tipovi fiksne širine su adekvatni za većinu aplikacija i mogu biti hiljadama puta brži od reprezentacija kao što su celi brojevi proizvoljne preciznosti i tačni izrazi (exact rationals)
- Ako su vam potrebne takve vrste numeričkih reprezentacija, one su podržane u **num** Cargo sanduku (paketu)

Size (bits)	Unsigned integer	Signed integer	Floating-point
8	u8	i8	
16	u16	i16	
32	u32	i32	f32
64	u64	i64	f64
128	u128	i128	
Machine word	usize	isize	

INTEGER TIPOVI

- Rust ima označene i neoznačene brojeve

Type	Range
u8	0 to 2^8-1 (0 to 255)
u16	0 to $2^{16}-1$ (0 to 65,535)
u32	0 to $2^{32}-1$ (0 to 4,294,967,295)
u64	0 to $2^{64}-1$ (0 to 18,446,744,073,709,551,615, or 18 quintillion)
u128	0 to $2^{128}-1$ (0 to around 3.4×10^{38})
usize	0 to either $2^{32}-1$ or $2^{64}-1$

Type	Range
i8	-2^7 to 2^7-1 (−128 to 127)
i16	-2^{15} to $2^{15}-1$ (−32,768 to 32,767)
i32	-2^{31} to $2^{31}-1$ (−2,147,483,648 to 2,147,483,647)
i64	-2^{63} to $2^{63}-1$ (−9,223,372,036,854,775,808 to 9,223,372,036,854,775,807)
i128	-2^{127} to $2^{127}-1$ (roughly -1.7×10^{38} to $+1.7\times10^{38}$)
isize	Either -2^{31} to $2^{31}-1$, or -2^{63} to $2^{63}-1$

INTEGER TIPOVI

- **u8** se koristi za rad sa bajtovima
- **char** u Rastu nije **u8**, niti **u32** (zašto uopšte razmatramo u32?)
- **usize** i **isize** odgovaraju **size_t** i **ptrdiff_t** iz C/C++
  - Njihova preciznost odgovara veličini adresnog prostora na računaru na kojem se koriste: dugački su 32 bita na 32-bitnim arhitekturama i 64 bita na 64-bitnim arhitekturama
  - usize ne može biti negativna i generalno se koristi za memorijske adrese, pozicije, indekse, dužine (ili veličine!)
  - isize veličina može biti negativna i generalno se koristi za pomeranja adresa, pozicija, indeksa ili dužina
  - Rust zahteva da indeksi niza budu usize vrednosti
  - Vrednosti koje predstavljaju veličine nizova/vektora ili koje broje koliko elemenata ima u nekoj strukturi podataka takođe generalno imaju tip usize
- Integer literali u Rustu mogu imati sufiks koji označava njihov tip
  - **42u8**, **42i64**, **1729isize**, …

INTEGER TIPOVI

- Integer literali u Rustu mogu imati prefiks

Number literals	Example
Decimal	`98_222`
Hex	`0xff`
Octal	`0o77`
Binary	`0b1111_0000`
Byte (u8 only)	`b'A'`

- Da bi se dugački brojevi učinili čitljivijim, mogu se umetnuti donje crte među cifre
  - 4_294_967_295 (isto što i 4294967295)
- Konverzija iz jednog tipa u drugi (pa i iz integera u integer) se radi sa operatorom as
  - **10_i8 as u16**, **2525_u16 as i16**, **65535_u16 as i32**
- Standardna biblioteka ima metode za rad integerom (pow, abs, …)

PREKORAČENJE OPSEGA

- Kada dođe do prekoračenja opsega, Rust reaguje
- U debug bildu dolazi do nečega što se zove **panika!** tj. Rust kompajler krene da paniči (to nije jedini slučaj kad Rust kompajler paniči u debug režimu …)

```
let mut i = 1;
loop {
    i *= 10; // panic: attempt to multiply with overflow
             // (but only in debug builds!)
}
```

- U release bildu, Rust radi wrapping korišćenjem tehnike potpunog komplementa. Šta je to?
- Program neće paničiti, ali će promenljiva imati neočekivanu vrednost
- Oslanjanje na wrapping celog broja smatra se greškom

PREKORAČENJE OPSEGA

- Rust ima čitav mehanizam za rukovanjem prekoračanja, tako što se umesto poziva običnih operatora pozivaju metode koje odgovaraju običnim operatorima, ali koje vrše provere prekoračenja opsega i onda vraćaju različite rezultate u zavisnosti sa svojom prirodom
- To je familija sledećih metoda

Operation	Name suffix	Example
Addition	add	`100_i8.checked_add(27) == Some(127)`
Subtraction	sub	`10_u8.checked_sub(11) == None`
Multiplication	mul	`128_u8.saturating_mul(3) == 255`
Division	div	`64_u16.wrapping_div(8) == 8`
Remainder	rem	`(-32768_i16).wrapping_rem(-1) == 0`
Negation	neg	`(-128_i8).checked_neg() == None`
Absolute value	abs	`(-32768_i16).wrapping_abs() == -32768`
Exponentiation	pow	`3_u8.checked_pow(4) == Some(81)`
Bitwise left shift	shl	`10_u32.wrapping_shl(34) == 40`
Bitwise right shift	shr	`40_u64.wrapping_shr(66) == 10`

PREKORAČENJE OPSEGA

- Metode za upravljanje prekoračenjem mogu se podeliti u 4 grupe
- **Checked** operacije vraćaju rezultat tipa **Option** (malo kasnije više reči o tome), gde je **Some(v)** vrednost koja je matematički tačna (ako nije došlo do prekoračenja) ili **None** ako je došlo do prekoračenja i ne može se napisati adekvatna vrednost

```
// The sum of 10 and 20 can be represented as a u8.
assert_eq!(10_u8.checked_add(20), Some(30));

// Unfortunately, the sum of 100 and 200 cannot.
assert_eq!(100_u8.checked_add(200), None);

// Do the addition; panic if it overflows.
let sum = x.checked_add(y).unwrap();

// Oddly, signed division can overflow too, in one particular case.
// A signed n-bit type can represent -2^(n-1), but not 2^(n-1).
assert_eq!((-128_i8).checked_div(-1), None);
```

PREKORAČENJE OPSEGA

- **Wrapping** operacije vraćaju tačan rezultat ili obmotan rezultat primenom mehanizma potpunog komplementa
- Ovo obezbeđuje da se metoda ponaša na isti način i u debug i release bildu

```
// The first product can be represented as a u16;
// the second cannot, so we get 250000 modulo 2¹⁶.
assert_eq!(100_u16.wrapping_mul(200), 20000);
assert_eq!(500_u16.wrapping_mul(500), 53392);

// Operations on signed types may wrap to negative values.
assert_eq!(500_i16.wrapping_mul(500), -12144);

// In bitwise shift operations, the shift distance
// is wrapped to fall within the size of the value.
// So a shift of 17 bits in a 16-bit type is a shift
// of 1.
assert_eq!(5_i16.wrapping_shl(17), 10);
```

PREKORAČENJE OPSEGA

- **Saturating** operacije vraćaju rezultat najbliži tačnoj vrednosti, tj. ako ne dođe do prekoračenja, vraćaju tačan rezultat, a ako dođe do prekoračenja, vraća najveću moguću vrednost za dati tip
- Ne postoje verzije ovih metoda za deljenje **(div),** ostatak (**rem**) ili pomeranje (**shl** i **shr**)

```
assert_eq!(32760_i16.saturating_add(10), 32767);
assert_eq!((-32760_i16).saturating_sub(10), -32768);
```

PREKORAČENJE OPSEGA

- **Overflowing** operacije vraćaju uređen par (**tuple**)
  (result, overflowed)
  gde **result** sadrži wrapping verziju rezultata, a **overflowes** sadrži logičku vrednost (boolean) koji kaže da li je došlo do prekoračanja ili ne

```
assert_eq!(255_u8.overflowing_sub(2), (253, false));
assert_eq!(255_u8.overflowing_add(2), (1, true));
```

- **overfloving_shl** i **overfloving_shr** malo odstupaju od šablona: oni vraćaju **true** za **overflowed** samo ako je rastojanje pomeranja bilo veliko kao ili veće od širine samog tipa u bitima

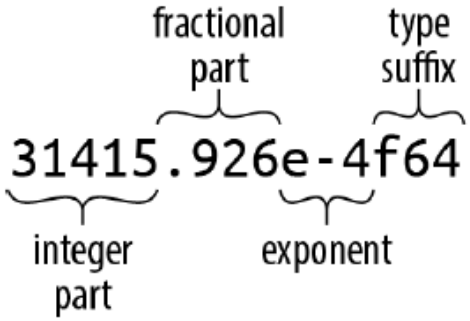
```
// A shift of 17 bits is too large for `u16`, and 17 modulo 16 is 1.
assert_eq!(5_u16.overflowing_shl(17), (10, true));
```

TIPOVI SA POKRETNIM ZAREZOM

- Rust ima dva primitivna tipa za brojeve sa pokretnim zarezom
- To su f32 i f64, koji su veličine 32 bita i 64 bita, respektivno
- Podrazumevani tip je f64, jer je na modernim računarima otprilike iste brzine kao f32, ali je sposoban za veću preciznost

Type	Precision	Range
`f32`	IEEE single precision (at least 6 decimal digits)	Roughly -3.4×10^{38} to $+3.4 \times 10^{38}$
`f64`	IEEE double precision (at least 15 decimal digits)	Roughly -1.8×10^{308} to $+1.8 \times 10^{308}$

- Svi tipovi sa pokretnim zarezom su označeni (**signed**)
- Tipovi sa pokretnim zarezom su reprezentovani u skladu sa IEEE-754 standard



TIPOVI SA POKRETNIM ZAREZOM

- Ako se ne navede literal za tip sa pokretnim zarezom, Rust sam pokušava da ga odredi
- Rust tretira celobrojne tipove i tipove sa pokretnim zarezom kao odvojene klase (neće ih pobrkati)
- Rust gotovo da nema implicitnih konverzija (voditi računa o poklapanju tipova – gde to imamo?)
- Nedostatak implicitne konverzije čini Rust malo rogobatnim za pisanje (ali je pokazano da implicitne konverzija često dovodi do grešaka i sigurnosnih rupa/propusta)
- Podsetnik, eksplicitne konverzije se realizuju primenom operatora **as**

  i as f64; x as i32

BOOLEAN

- Rust je veoma striktan po pitanju boolean vrednosti: kontrolne strukture kao što su **if** i **while** zahtevaju da njihovi uslovi budu boolean izrazi, kao i logički operatori kratkog spoja && i ||
- Mora **if x != 0 { ... }**, ne može **if x { ... }**
- **true** ili **false**
- Boolean tip se može konvertovati u integer

```
assert_eq!(false as i32, 0);
assert_eq!(true  as i32, 1);
```

- Obrnuto ne važi
- Boolean je reprezentovan sa jednim bajtom, pa se može napraviti pokazivač na njega

KARAKTERI

- Rust **char** tip predstavlja jedan Unicode karakter veličine 32 bita
- Rust koristi tip **char** za pojedinačne izolovane znakove, ali koristi **UTF-8** kodiranje za stringove i tokove teksta
- String predstavlja svoj tekst kao niz UTF-8 bajtova, a ne kao **char** niz
- **'8'** , **'!'** , **'錆'**

Character	Rust character literal
Single quote, '	'\''
Backslash, \	'\\'
Newline	'\n'
Carriage return	'\r'
Tab	'\t'

- Karakter se može zapisati i u heksadecimalnom i decimalnom kodu

  '*' isto što '\x2A' ili **'\u{42}'**

KARAKTERI

- Rust nikada ne pretvara implicitno char u bilo koji drugi tip
- Operator **as** se može koristiti za pretvaranje iz **char** tipa u **int** tip

```
assert_eq!('*' as i32, 42);
assert_eq!('ʊ' as u16, 0xca0);
assert_eq!('ʊ' as i8, -0x60); // U+0CA0 truncated to eight bits, signed
```

- Standardna biblioteka poseduje korisne metode za rad sa karakterima

```
assert_eq!('*'.is_alphabetic(), false);
assert_eq!('β'.is_alphabetic(), true);
assert_eq!('8'.to_digit(10), Some(8));
assert_eq!('ʊ'.len_utf8(), 3);
assert_eq!(std::char::from_digit(2, 10), Some('2'));
```

VIŠEDIMENZIONALNI TIPOVI PODATAKA

VIŠEDIMENZIONALNI TIPOVI PODATAKA

Type	Description	Values
`(char, u8, i32)`	Tuple: mixed types allowed	`('%', 0x7f, -1)`
`()`	"Unit" (empty tuple)	`()`
`struct S { x: f32, y: f32 }`	Named-field struct	`S { x: 120.0, y: 209.0 }`
`struct T (i32, char);`	Tuple-like struct	`T(120, 'X')`
`struct E;`	Unit-like struct; has no fields	`E`
`enum Attend { OnTime, Late(u32) }`	Enumeration, algebraic data type	`Attend::Late(5), Attend::OnTime`
`Box<Attend>`	Box: owning pointer to value in heap	`Box::new(Late(15))`
`&i32, &mut i32`	Shared and mutable references: non-owning pointers that must not outlive their referent	`&s.y, &mut v`
`String`	UTF-8 string, dynamically sized	`"ラーメン: ramen".to_string()`
`&str`	Reference to `str`: non-owning pointer to UTF-8 text	`"そば: soba", &s[0..12]`
`[f64; 4], [u8; 256]`	Array, fixed length; elements all of same type	`[1.0, 0.0, 0.0, 1.0], [b' '; 256]`
`Vec<f64>`	Vector, varying length; elements all of same type	`vec![0.367, 2.718, 7.389]`

KOMPLEKSNI TIPOVI PODATAKA

Type	Description	Values
`&[u8],&mut [u8]`	Reference to slice: reference to a portion of an array or vector, comprising pointer and length	`&v[10..20], &mut a[..]`
`Option<&str>`	Optional value: either None (absent) or `Some(v)` (present, with value v)	`Some("Dr."), None`
`Result<u64, Error>`	Result of operation that may fail: either a success value `Ok(v)`, or an error `Err(e)`	`Ok(4096), Err(Error::last_os_error())`
`&dyn Any, &mut dyn Read`	Trait object: reference to any value that implements a given set of methods	`value as &dyn Any, &mut file as &mut dyn Read`
`fn(&str) -> bool`	Pointer to function	`str::is_empty`
(Closure types have no written form)	Closure	`|a, b| { a*a + b*b }`

TUPLES (N-TORKE)

- Tuples predstavlja n-torke vrednosti
- Zapisuje se kao niz vrednosti (različitih tipova) odvojenih zarezom unutar zagrade
- Predstavlja generalan način da se više vrednosti različitog tipa grupiše u jednu celinu

```
fn main() {
    let tup: (i32, f64, u8) = (500, 6.4, 1);
}
```

- Promenljiva **tup** predstavlja sve 3 vrednosti
- **Tuple** ima fiksnu veličinu, jednom kad mu se definiše veličina, ne može se menjati (ni smanjivati, ni povećavati)
- Za pristup pojedinačnom elementu n-torke koriste se konstante vrednosti (ne mogu se koristiti iteratori)

TUPLES (N-TORKE)


```
fn main() {
    let x: (i32, f64, u8) = (500, 6.4, 1);

    let five_hundred = x.0;

    let six_point_four = x.1;

    let one = x.2;
}
```

- Vrednosti n-torke se mogu i razdvojiti upotrebom **pattern matching** mehanizma

```
fn main() {
    let tup = (500, 6.4, 1);

    let (x, y, z) = tup;

    println!("The value of y is: {y}");
}
```

TUPLES (N-TORKE)

- N-torka bez ikakvih vrednosti ima posebno ime, unit
- Ova vrednost i njen odgovarajući tip su predstavljeni kao prazna zagrada () i predstavljaju praznu vrednost ili tip prazne povratne vrednosti
- Izrazi implicitno vraćaju unit vrednost ako ne vraćaju vrednost
- Rust kod često koristi tuple tip za vraćanje više vrednosti iz funkcije

```
fn split_at(&self, mid: usize) -> (&str, &str);
```

- I onda:

```
let text = "I see the eigenvalue in thine eye";
let (head, tail) = text.split_at(21);
assert_eq!(head, "I see the eigenvalue ");
assert_eq!(tail, "in thine eye");
```

- Tuple tip se pre koristi kako je dato u prethodnom primeru

TUPLES (N-TORKE)

- Nego:

```
let text = "I see the eigenvalue in thine eye";
let temp = text.split_at(21);
let head = temp.0;
let tail = temp.1;
assert_eq!(head, "I see the eigenvalue ");
assert_eq!(tail, "in thine eye");
```

POKAZIVAČI

- Rust poseduje nekoliko tipova za čuvanje memorijskih adresa
- Čitav Rust je dizajniran oko toga da minimizuje alokaciju memorije, što znači da uglavnom, kad god to ima smisla, gura podatke na stek
- Podaci se predefinisano ugnježdavaju, npr. ((0, 0), (1440, 900)) će biti sačuvano kao 4 povezane celobrojne vrednosti
  - Ako se čuvaju u lokalnoj promenljivoj, onda je onda dužine 4 celobrojne vrednost (i32)
  - Ništa ne ide na hip (heap)
- Za razliku od Jave ili sličnog jezika (sa GC), upotreba pokazivača je eksplicitna, tj. mora se eksplicitno naglasiti da radimo sa pokazivačima (slično C/C++ jeziku)
- Sa druge strane, upotreba pokazivača je ograničena tako da se obezbedi siguran rad sa memorijom, te je rad sa njima bezbednija

REFERENCE

- Reference predstavljaju Rust-ov osnovni pokazivački tip
- **&String** (referenca na string) ili **&i32** (referenca na i32)
- Ako je **r** pokazivač, onda se do referencirane vrednosti dolazi sa ***r**
- & i * u mnogome liče na operatore iz C/C++ programskih jezika; memorija se ne oslobađa automatski kada referenca izađe iz opsega
- U Rustu nema null vrednosti, tj. u safe režimu rada Rusta to je nemoguće
- Takođe, u Rustu se prati vlasništvo nad vrednošću (ne nad referencom) i prati se doseg/život te vrednosti (kad ona prestaje da postoji)
- Stvaranje reference na neku promenljivu dovodi do nečega što se naziva pozajmljivanje (borrow) – ovaj mehanizam je toliko bitan za Rust i njegov mehanizam rada sa memorijom da će biti predmet skoro čitavog jednog predavanja

REFERENCE

- Rust referenca može biti nepromenljiva (immutable) ili promenljiva (mutable)
- **&T** je immutable, deljena referenca. Može istovremeno postojati mnogo nepromenljivih zajedničkih referenci na datu vrednost, ali one su samo za čitanje (read-only): modifikovanje vrednosti na koju ukazuju je zabranjeno, kao što je slučaj sa const T* u C programskom jeziku
- **&mut T** je mutable, ekskluzivna referenca. Mogu se i čitati i menjati vrednosti na koju referenca pokazuje, ali sve dok ta promenljiva referenca postoji, u isto vreme ne može postojati niti jedna druga (promenljiva ili nepromenljiva) referenca na tu vrednost
  - Za vreme postojanja ove reference, vrednosti se može pristupiti samo preko nje
- Rust koristi ovu dihotomiju između deljenih i promenljivih referenci da bi primenio pravilo „single writer or multiple readers “

BOXES

- Najjednostavniji način da se neka vrednosti alocira na heap je da se koristi **Box::new** sintaksa

```
let t = (12, "eggs");
let b = Box::new(t);  // allocate a tuple in the heap
```

- Tip promenljive t je (i32, &str), tako da će tip promenljive b biti Box<(i32, &str)>
- Poziv **Box::new** alocira dovljno memorije da se tuple smesti na heap
- Kada **b** izađe izvan opsega memorija će se odmah osloboditi osim ako se **b** ne pomeri (move)
- Pomeranja su takođe esencijalna za to kako Rust brine o memoriji i vredn, pa ćemo i o tome naknadno učiti

RAW POINTERS

- Rust takođe ima sirove tipove pokazivača *mut T i *const T
- Sirovi pokazivači su zaista kao pokazivači u C++
- Korišćenje sirovog pokazivača nije bezbedno, jer Rust ne čini nikakav napor da prati na šta ukazuje. Na primer, neobrađeni pokazivači mogu biti null, ili mogu ukazivati na memoriju koja je oslobođena ili koja sada sadrži vrednost drugog tipa. Sve klasične greške pokazivača C++-a su ponuđene za vaše uživanje.
- Međutim, oni se mogu dereferencirati samo unutar unsafe bloka
- Unsefe blok je Rust-ov mehanizam da se omoguće napredne jezičke funkcija čija bezbednost zavisi od vas
- Ako vaš kod nema unsafe blokova (ili ako je kod u njima ispravno napisan), onda sigurnosne garancije Rusta i dalje važe

INDEKSIRANE STRUKTURE

- Rust ima 3 tipa koja reprezentuju indeksirane strukture, tj. sekvence vrednosti u memoriji
- **Tip [T; N]** predstavlja niz od N vrednosti, svaka tipa T. Veličina niza je konstanta određena u vreme kompajliranja i deo je tipa; ne možete dodati nove elemente ili smanjiti niz.
- **Tip Vec<T>**, nazvan vektor Tova, je dinamički alocirana sekvenca vrednosti tipa T koja se može povećati. Elementi vektora žive na heapu, tako da se veličina vektora može menjati po želji: mogu se ubaciti novi elementi, dodavati novi vektori, brisanje elemenata i tako dalje.
- **Tipovi &[T] i &mut [T]**, koji se nazivaju deljeni isečak Tova i promenljivi isečak Tova, su reference na niz elemenata koji su deo neke druge vrednosti, kao što je niz ili vektor

INDEKSIRANE STRUKTURE

- Možete zamisliti isečak kao pokazivač na njegov prvi element, zajedno sa brojem elemenata kojima možete pristupiti počevši od te tačke
- Promenljivi isečak **&mut [T]** omogućava čitanje i menjanje elemenata, ali se ne može deliti
- Deljeni isečak **&[T]** omogućava deljenje pristupa između nekoliko čitača, ali ne dozvoljava izmene elemenata
- Za promenljivu **v** (bilo kog od ova 3 tipa) važi da je broj elemenata u **v** jednak **v.len()**
- **i**-tom elementu se pristupa preko indeksa pozicije **v[i]**; prvi element ima poziciju 0, a poslednji **v.len() – 1**; Rust uvek provera da li se i nalazi u datom opsegu
- Dužina **v** može biti nula, u kom slučaju će svaki pokušaj indeksiranja izazvati paniku.
- Indeks mora biti **usize** tipa (ni jedna druga nije dopuštena)

NIZ

- Postoje različiti načini da se definiše niz i njegove vrednosti

```
let lazy_caterer: [u32; 6] = [1, 2, 4, 7, 11, 16];
let taxonomy = ["Animalia", "Arthropoda", "Insecta"];

assert_eq!(lazy_caterer[3], 7);
assert_eq!(taxonomy.len(), 3);
```

```
let mut sieve = [true; 10000];
for i in 2..100 {
    if sieve[i] {
        let mut j = i * i;
        while j < 10000 {
            sieve[j] = false;
            j += i;
        }
    }
}

assert!(sieve[211]);
assert!(!sieve[9876]);
```

NIZ

- Pristup pojedinačnom elementu niza vrši se preko indeksa i operatora **[ ]**

```
fn main() {
    let a = [1, 2, 3, 4, 5];

    let first = a[0];
    let second = a[1];
}
```

NIZ

- Dužina niza je deo njegovog tipa i fiksna je u vreme kompajliranja
- Ako je **n** promenljiva, ne može se napisati **[true; n]** da bi se dobio niz od n elemenata
- Kada je potreban niz čija dužina varira tokom vremena izvršavanja (to je često potrebno), umesto niza se koristi vektor
- Rust ima ugrađene metode za rad sa nizovima

```
let mut chaos = [3, 5, 4, 1, 2];
chaos.sort();
assert_eq!(chaos, [1, 2, 3, 4, 5]);
```

VEKTOR

- Vektor je zapravo niz čiji se broj elemenata može
- Kreira se kao **Vect<T>**, gde je **T** tip od koga se pravi vektor
- Elementi zauzimaju kontinualnu memoriju, idu jedan pored drugog
- Vektor se može kreirati na sledeći način:

```
fn main() {
    let v: Vec<i32> = Vec::new();
}
```

- Ako se u startu ne dodaju nikakve vrednosti, neophodno je ubaciti tip u definiciji, u suprotnom ako se vektor inicijalizuje, moguće je dedukovati tip elemenata vektora i može se iskoristiti makro za kreiranje vektora

```
fn main() {
    let v = vec![1, 2, 3];
}
```

- Kog će ovo biti tipa?

VEKTOR

- Vektori se kreiraju pomoću mehanizma **generic**, više o tome kasnije
- Vektor se može izgraditi i tako što se određena vrednost ponovi određen broj puta

```
fn new_pixel_buffer(rows: usize, cols: usize) -> Vec<u8> {
    vec![0; rows * cols]
}
```

- Zašto ispred **v** stoji **mut**?
- Elementi se dodaju u vektor pomoću **push** metode

```
fn main() {
    let mut v = Vec::new();

    v.push(5);
    v.push(6);
    v.push(7);
    v.push(8);
}
```

VEKTOR

- Elementima vektora se može pristupiti na 2 načina, ili preko indeksa ili putem **get** metode

```
fn main() {
    let v = vec![1, 2, 3, 4, 5];

    let third: &i32 = &v[2];
    println!("The third element is {}", third);

    let third: Option<&i32> = v.get(2);
    match third {
        Some(third) => println!("The third element is {}", third),
        None => println!("There is no third element."),
    }
}
```

- Korišćenje **&** i **[ ]** vraća referencu na element sa datim indeksom
- Kada se koristi **get** sa indeksom koji je prosleđen kao argument, vraća se **Option** koji se kombinuje sa **match**
- Ovi pristupi su tu zbog rukovanja greškom kod prekoračenja ospega

VEKTOR


```
fn main() {
    let v = vec![1, 2, 3, 4, 5];

    let does_not_exist = &v[100];
    let does_not_exist = v.get(100);
}
```

- Prvi pristup elementu vektor, **[ ]**, će dovesti do toga da kod paniči i najbolje ga je koristiti kad želimo da program padne u slučaju prekoračenja opsega (kada je ovo ilegalno, tj. ne postoji normalna situacija u kojoj se ovo može desiti)
- Drugi pristup, sa **get** metodom, vraća **None** ako je došlo do prekoračenja opsega i omogućuje način da se rukuje situacijom kada dolazi do prekoračenja (koristi se kada je prekoračenje normalno, tj. može se legitimno desiti tokom izvršavanja)
- Ima ovde još par tvikova, ali više o tome kad vidimo šta radi pozajmljivanje u Rustu

VEKTOR

- Vec je esencijalni tip za Rust — koristi se skoro svuda gde je potrebna lista dinamičke veličine — tako da postoje mnoge druge metode koje konstruišu nove vektore ili proširuju postojeće
- **Vec<T>** se sastoji od tri vrednosti:
  - pokazivača na bafer u heap-u koji vektora zauzima i poseduje;
  - broj elemenata koje bafer ima kapacitet da uskladišti;
  - broj elemenata koji se sada zapravo nalaze u vektoru (drugim rečima, njegova dužina)
- Kada bafer dostigne svoj kapacitet, dodavanje novog elementa u vektor podrazumeva dodeljivanje većeg bafera, kopiranje sadašnjeg sadržaja u njega, ažuriranje pokazivača i kapaciteta vektora da opiše novi bafer i konačno oslobađanje starog
- Iako je esencijalan tip za Rust, nije ugrađen u sam jezik

VEKTOR

- Ako se broj elemenata vektora zna unapred, onda se umesto **Vec::new** može pozvati **Vec::with_capacity**, ovo će unapred napraviti vektor dovoljno velike veličine
- I dalje je moguće dodavati nove elemente u vektor i prevazići inicijalnu procenu potrebne veličine

```
let mut v = Vec::with_capacity(2);
assert_eq!(v.len(), 0);
assert_eq!(v.capacity(), 2);

v.push(1);
v.push(2);
assert_eq!(v.len(), 2);
assert_eq!(v.capacity(), 2);

v.push(3);
assert_eq!(v.len(), 3);
// Typically prints "capacity is now 4":
println!("capacity is now {}", v.capacity());
```

- Metoda **capacity** vraća info koliki je kapacitet vektora

VEKTOR

- Novi elementi se pored dodavanja na kraj vektora, mogu i ubaciti na bilo koju poziciju u vektoru
- Elementi se mogu i obrisati
- Ovo dovodi do pomeranja elemenata u levo ili desno
- U zavisnosti od veličine vektora, ovo može biti zahtevna operacija

```
let mut v = vec![10, 20, 30, 40, 50];

// Make the element at index 3 be 35.
v.insert(3, 35);
assert_eq!(v, [10, 20, 30, 35, 40, 50]);

// Remove the element at index 1.
v.remove(1);
assert_eq!(v, [10, 30, 35, 40, 50]);
```

VEKTOR

- Moguće je odraditi i izvlačenje poslednjeg elementa vektora upotrebom **pop** metode
- Upotreba **push** i **pop**, esencijalno omogućuje korišćenje vektora kao da je **stek**
- Ova metoda kao rezultat vraća **Option** koji ima vrednost **None** ako je vektor prazan ili **Some(v)** ako je poslednji element **v**

```
let mut v = vec!["Snow Puff", "Glass Gem"];
assert_eq!(v.pop(), Some("Glass Gem"));
assert_eq!(v.pop(), Some("Snow Puff"));
assert_eq!(v.pop(), None);
```

VEKTOR

- Moguće je kretati se kroz vektor upotrebom iteratora
- Read-only pristup

```
fn main() {
    let v = vec![100, 32, 57];
    for i in &v {
        println!("{}", i);
    }
}
```

- Write pristup

```
fn main() {
    let mut v = vec![100, 32, 57];
    for i in &mut v {
        *i += 50;
    }
}
```

ISEČCI (SLICES)

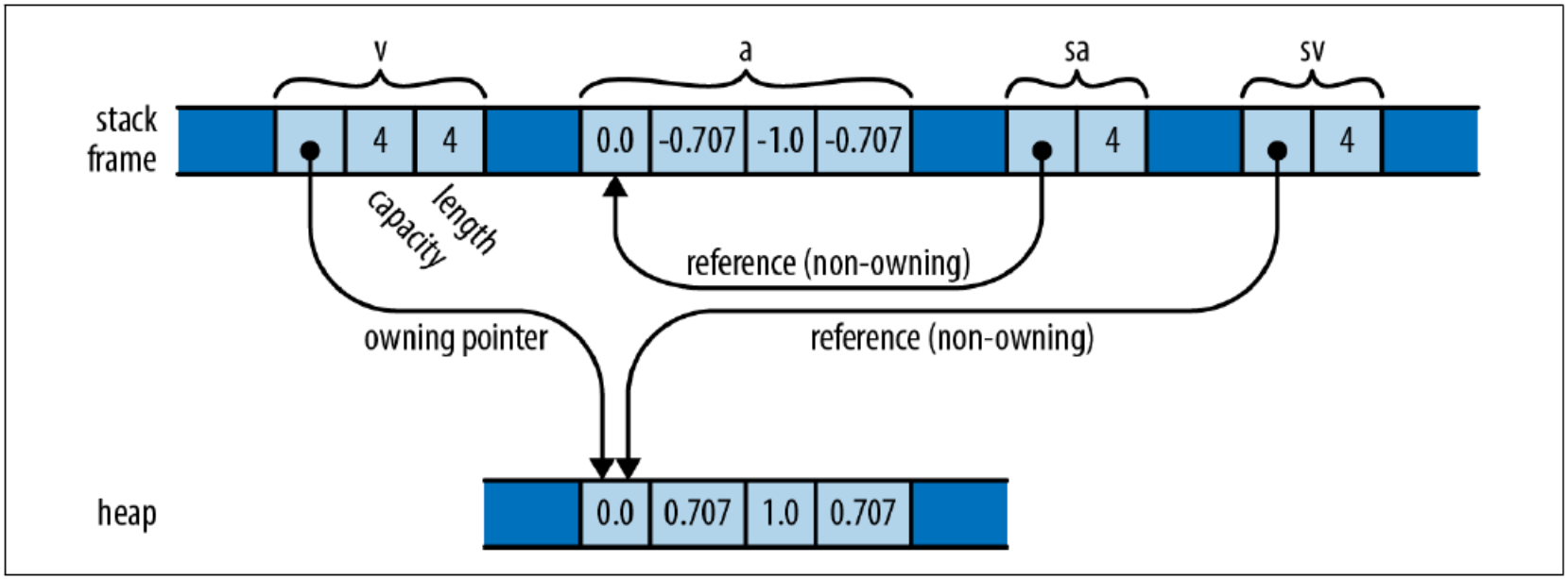
- Isečci omogućavaju da se referencira neprekinut (kontinualni) niz elemenata u nekoj kolekciji, a ne celu kolekciju
- Može se zamisliti kao region u vektoru ili nizu
- Kako se radi o mogućem pozamašnom broju elemenata, Slice se uvek prenosi po referenci
- Slice se sastoji iz dva dela reference na prvi elemenat u isečku i broj elemenata u isečku
- Reference na niz ili vektor se automatski konvertuju u slice celog niza i slice celog vektora

```
let v: Vec<f64> = vec![0.0,  0.707,  1.0,  0.707];
let a: [f64; 4] =     [0.0, -0.707, -1.0, -0.707];

let sv: &[f64] = &v;
let sa: &[f64] = &a;
```

ISEČCI (SLICES)

- Kako memorija izgleda:



- Ono što je ključno je da slice ne poseduju datu memoriju

ISEČCI (SLICES)

- Slice je odličan izbor kada se želi napisati metoda koja radi i nad nizovima i nad vektorima

```
fn print(n: &[f64]) {
    for elt in n {
        println!("{}", elt);
    }
}

print(&a);  // works on arrays
print(&v);  // works on vectors
```

- Upravo zbog toga, većina metoda koje rade nad nizovima i vektorima, zapravo su ista metoda koja radi nad slicom

ISEČCI (SLICES)

- Možete dobiti referencu na isečak niza ili vektora ili deo postojećeg isečka tako što ćete ga indeksirati opsegom

```
print(&v[0..2]);    // print the first two elements of v
print(&a[2..]);     // print elements of a starting with a[2]
print(&sv[1..3]);   // print v[1] and v[2]
```

- Pošto se isečci skoro uvek pojavljuju iza referenci, tipovi kao što su **&[T]** ili **&str** često se nazivaju prosto isečci (slices), koristeći kraće ime za češći koncept

STRINGOVI

- Rust ima više vrste stringova, string literale, byte stringove, i string u memoriji (niz Unikod karaktera)

STRING LITERALI

- Šta je string literal?
- String literali su zatvoreni dvostrukim navodnicima

```
let speech = "\"Ouch!\" said the well.\n";

println!("In the room the women come and go,
    Singing of Mount Abora");

println!("It was a bright, cold day in April, and \
    there were four of us—\
    more or less.");
```

- Sirovi stringovi (raw strings)

```
let default_win_install_path = r"C:\Program Files\Gorillas";

let pattern = Regex::new(r"\d+(\.\d+)*");
```

BAJT STRING

- Počinje sa sufiksom **b**

```
let method = b"GET";
assert_eq!(method, &[b'G', b'E', b'T']);
```

- Niz bajtova fiksne dužine (vrednosti od 0 do 255)
- Može biti i immutable i mutable, nije unikod string

STRING U MEMORIJI

- Rust stringovi su nizovi Unicode znakova
- Ne čuvaju se u memoriji kao nizovi znakova, već kao UTF-8 kod, promenljive širine
- Svaki ASCII karakter u nizu se čuva u jednom bajtu, dok ostali znakovi zauzimaju više bajtova
- String se čuva u bafer čija se veličina može promeniti i koji sadrži **UTF-8** tekst
- Bafer se čuva u heapu, tako da se veličina može promeniti po potrebi ili na zahtev
- String je zapravo implementiran kao **Vec<u8>** koji čuva dobro formatiran **UTF-8**

```
let noodles = "noodles".to_string();
```

STRING U MEMORIJI

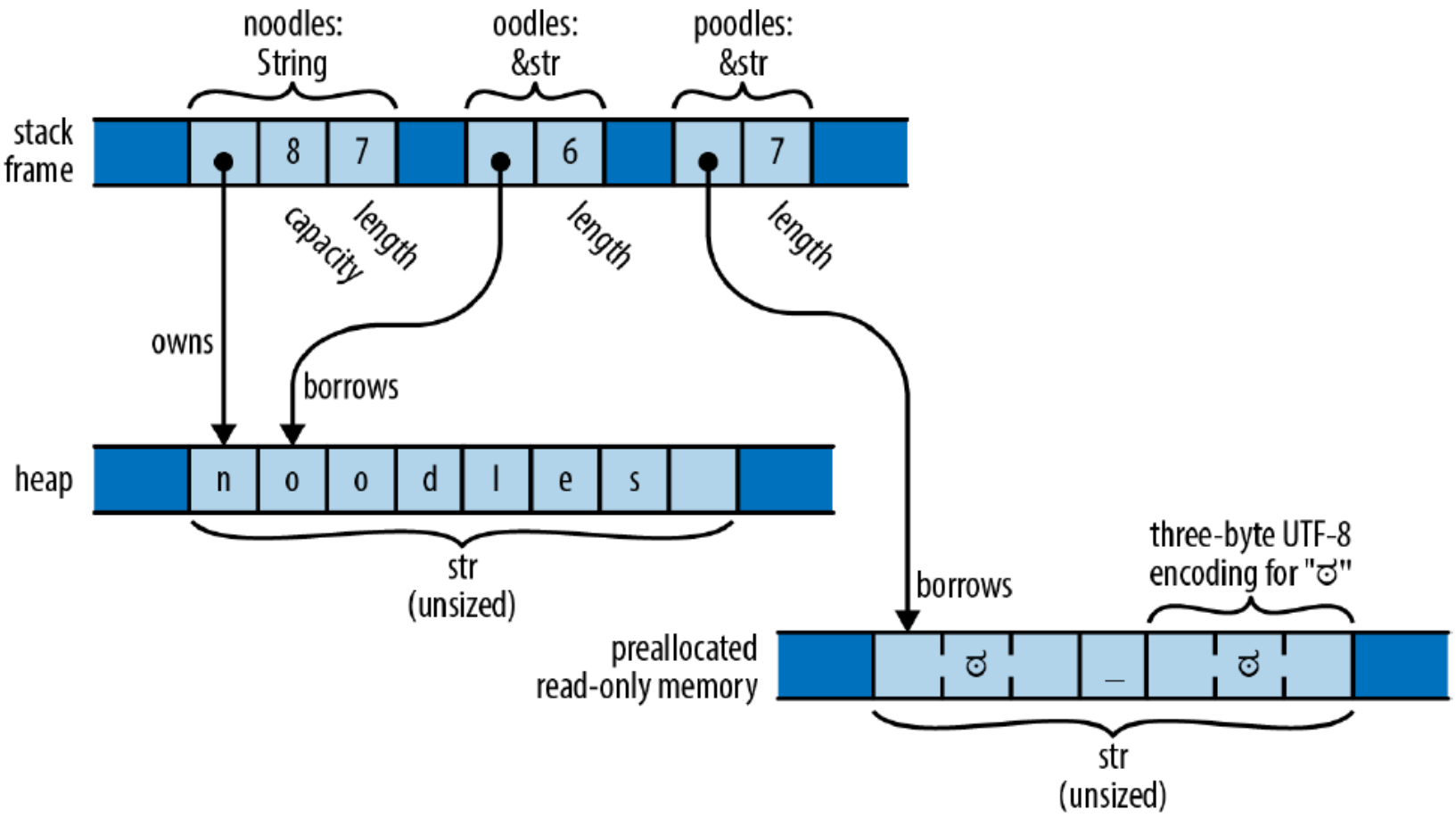
- &str („stir“ ili „string slice“, string isečak) je referenca na sekvencu UTF-8 teksta čiji je vlasnik neko drugi – isečak „pozajmljuje” taj tekst

```
let noodles = "noodles".to_string();
let oodles = &noodles[1..];
let poodles = "ಠ_ಠ";
```

- Isečak teksta je pointer koji pored adrese sadrži i podatak o dužini isečka
- **&str** je ništa više do &[u8] koji je sadrži dobro formiran UTF-8
- String literal je &str koji se odnosi na unapred dodeljeni tekst, nalazi se u read-only memoriji zajedno sa mašinskim kodom programa
- **poodles** je string literal, koji ukazuje na sedam bajtova koji se kreiraju kada program počne da se izvršava i koji traju dok i program traje

STRING U MEMORIJI

- **String**, **&str** i **str**



STRING U MEMORIJI

- Voditi računa **String** i **&str** metoda **.len( )** vraća dužinu teksta u bajtovima, ne u broju karaktera
- **&str** se ne može modifikovati, umesto toga koristiti **String**
- **String** kreirati
  - direktno iz literala primenom metode **from**
  - pretvaranjem literala u **String** primenom metode **to_string**
  - primenom **format!** makroa
  - metode kombinovanje više stringova u novi string poput **.concat()** ili **.join()**

```
let error_message = "too many pets".to_string();
let hello = String::from("Hello, world!");
format!("test");
format!("hello {}", "world!");
format!("x = {}, y = {y}", 10, y = 30);
```

STRING U MEMORIJI

- String je zapravo analogan **Vec<T>**

	Vec<T>	String
Automatically frees buffers	Yes	Yes
Growable	Yes	Yes
`::new()` and `::with_capacity()` type-associated functions	Yes	Yes
`.reserve()` and `.capacity()` methods	Yes	Yes
`.push()` and `.pop()` methods	Yes	Yes
Range syntax `v[start..stop]`	Yes, returns `&[T]`	Yes, returns `&str`
Automatic conversion	`&Vec<T>` to `&[T]`	`&String` to `&str`
Inherits methods	From `&[T]`	From `&str`

- Kao i Vec, String ima svoj bafer dodeljen na heapu
- Kada string promenljiva izađe van opsega, bafer se automatski oslobađa, osim ako string nije pomeren (**moved**)
- String ili &str ?

STRING U MEMORIJI

- **String** podržava **==** i **!=**, kao **<**, **<=**, **>** i **>=**
- Korisne metode za rad sa stringovima nalaze se u **std::str** modulu
  - **.contains()**, **.replace()**, **.trim()**, **.split()** su samo neke od njih
- Zbog prirode UTF-8 koda poređenje stringova, kao i njihovo leksičko sortiranje ne daje uvek očekivane rezultate (ako stignemo, bavićemo se malo ovim)

TIP SINONIMI (TYPE ALIASES)

- Kao u C/C++ ključna reč **type** se može iskoristi za definisanje „novih tipova,” tj. sinonima ili aliasa

```
type Bytes = Vec<u8>;

fn decode(data: &Bytes) {
    ...
}
```

OVO NISU SVI TIPOVI

- Pored nabrojanih tipova postoje još:
  - structs
  - enums
  - traits
  - closures
  - collection types
  - ...
- O njima malo kasnije