بنام خدا

تمرین‌های درس: برنامه نویسی سیستمی

نام و نام خانوادگی: محمد صادق محبی

دانشجوی ترم 4 کارشناسی ناپیوسته

شماره دانشجویی :01221153705003

تاریخ: **جمعه ۱۴ دی**

1 زبان برنامه نویسی Rust چیست؟

Rustیک زبان برنامه نویسی سیستمی است که برای عملکرد بالا، امنیت حافظه و همزمانی طراحی شده است. این زبان توسط موزیلا توسعه داده شد و اکنون به صورت مستقل توسط بنیاد Rust مدیریت می‌شود.

2 ویژگی های زبان Rust را به اختصار توضیح دهید؟

- مدیریت حافظه ایمن) بدون نیاز به(garbage collector
- همزمانی ایمن) عدم وجود(data race
- سرعت بالا و کارایی بهینه
- قابلیت برنامه نویسی سیستمی و سطح پایین
- پشتیبانی از برنامه نویسی تابعی و شیءگرا
- مدیریت خطا به صورت کارآمد

3 زبان Rust درچه حوزه هایی کاربرد بیشتری دارد؟

- توسعه سیستم‌های عامل
- موتورهای بازی
- برنامه‌های تحت وب با استفاده ازWebAssembly
- نرم‌افزارهای توزیع شده
- ابزارهای خط فرمان
- بلاکچین و قراردادهای هوشمند

4 تفاوت زبان Rust با زبان های C و C++ چیست؟

- ایمنی حافظه بدون نیاز بهgarbage collector
- جلوگیری از باگ‌های مربوط به اشارەگرها(null pointer, dangling pointer)
- مدیریت مالکیت داده‌ها(Ownership)
- جلوگیری ازdata race
- کدنویسی مدرن‌تر و راحت‌تر

5 محدودیت های زبان Rust را توضیح دهید؟

- یادگیری دشوارتر نسبت به زبان‌های سطح بالا
- زمان کامپایل طولانی‌تر
- کتابخانه‌های کمتر نسبت به زبان‌هایی مانند++C

6 درمورد ابزار Cargo توضیح دهید؟

Cargo ابزار مدیریت بسته (package manager) و ساخت (build system) برای Rust است که کارهایی مانند کامپایل، اجرای تست‌ها و مدیریت وابستگی‌ها را انجام می‌دهد.

7 فایل lock.Cargo چه عملکردی دارد؟

فایل Cargo.lock نسخه دقیق وابستگی‌ها را قفل می‌کند تا اطمینان حاصل شود که همه وابستگی‌ها در طول توسعه ثابت می‌مانند.

8 در مورد IDE مطرح RustRover توضیح دهید؟

RustRover یک محیط توسعه یکپارچه (IDE) برای Rust است که توسط JetBrains توسعه داده شده و امکاناتی مانند تکمیل کد، دیباگ و مدیریت پروژه را ارائه می‌دهد.

9 چند مورد از برنامه ها یی که به زبان Rust نوشته شده اند را نام ببرید؟

- سیستم‌عاملRedox
- موتور بازیAmethyst
- مرورگرServo
- ابزار خط فرمانripgrep
- بلاکچینSolana

10 قابلیت های زبان Rust در Concurrency و Parallelism را به اختصار و با ذکر مثال بیان کنید؟

ایمنی حافظه:(Data Race-Free)

- **برنامه‌های چند نخی :(Multithreaded) نوشتن برنامه‌هایی که همزمان روی داده‌ها کار می‌کنند بدون نگرانی از خطاهای ناشی از دسترسی همزمان.**
- **سیستم‌های حساس به پایداری :در سیستم‌های Embedded و نرم‌افزارهای سیستمی که خطاهای حافظه خطرناک هستند.**

Arc اشتراک امن داده‌ها بینthread ها:

- **وب‌سرورها :اشتراک‌گذاری درخواست‌ها یا داده‌های مشترک بین چندین thread برای پاسخ‌دهی سریع‌تر.**
- **پایگاه داده‌ها :دسترسی همزمان به رکوردهای ثابت و بدون تغییر.(Read-Only)**

Mutex همرسانی داده‌های:mutable

- **پردازش‌های موازی :به‌روزرسانی داده‌های مشترک مانند cache یا وضعیت کلی سیستم.**
- **سیستم‌های گیمینگ و گرافیکی :همگام‌سازی داده‌های mutable بین پردازش‌های گرافیکی و فیزیکی.**

Rayon پردازش موازی داده‌ها:

- **پردازش داده‌های حجیم :پردازش مجموعه‌های بزرگ مانند تصاویر، ویدیو یا داده‌های علمی.**

- **Machine Learningو AI: پردازش موازی برای بهینه‌سازی الگوریتم‌های یادگیری.**
- **تحلیل داده (Data Analysis): پردازش سریع‌تر روی حجم زیادی از داده‌ها با توزیع بار بین هسته‌هایCPU**

11 درمورد امکان برنامه نویسی زبان Rust برای Microcontroller ها وRobot ها توضیح دهید؟

Robotبرای سیستم‌های تعبیه شده (Embedded Systems) از طریق پروژه‌هایی مانند embedded-halپشتیبانی می‌کند که برای برنامه‌نویسی میکروکنترلرها و ربات‌ها استفاده می‌شود.

12 کاربرد و مفهوم Crate در زبان Rust را بیان کنید؟

Crate یک بسته یا کتابخانه در Rust است که می‌تواند شامل کد منبع یا باینری باشد.

13 تفاوت مفهوم Iterator و Generator در زبان Rust را با ذکر مثال توضیح دهید؟

- Iteratorیک API برای پیمایش روی عناصر است.
- Generatorمشابه iterator است اما lazy evaluation دارد.

مثال:Iterator

```
let v = vec![1, 2, 3];
let iter = v.iter();
for val in iter {
    println!("{}", val);
}
```

14 Monomorphization در زبان Rust چیست؟

Monomorphization فرآیندی که طی آن کد جنریک (generic) به کد مشخص (concrete)برای هر نوع تبدیل می‌شود.

15 درمورد مفهوم Ownership در زبان Rust توضیح دهید؟

هر مقدار در Rust دارای مالک (owner) است و در هر لحظه فقط یک مالک وجود دارد.

16 قابلیت Borrowing در زبان Rust را با ذکر مثال توضیح دهید؟

امکان قرض گرفتن مقادیر بدون انتقال مالکیت.

```rust
fn main() {
    let s = String::from("Hello");
    let len = calculate_length(&s);
    println!("Length: {}", len);
}
fn calculate_length(s: &String) -> usize {
    s.len()
}
```

17 انواع Inference Type در زبان Rust را با ذکر مثال توضیح دهید؟

استنباط نوع متغیر(Variable Inference)

استنباط نوع بازگشتی توابع(Function Return Type Inference)

استنباط نوع کلوزر(Closure Type Inference)

استنباط نوع آرایه(Array Inference)

استنباط نوع وکتور(Vector Inference)

استنباط نوعIterator

استنباط نوع درMatch

و غیره...

```rust
// 1. Variable Inference
let x = 42;       // i32
let y = 3.14;     // f64

// 2. Function Return Type
fn add(a: i32, b: i32) -> i32 {
    a + b
}

// 3. Closure Inference
let add = |x, y| x + y;  // i32 inferred

// 4. Array Inference
let arr = [1, 2, 3];     // [i32; 3]

// 5. Vector Inference
let v = vec![1, 2, 3];   // Vec<i32>

// 6. Iterator Inference
let nums = vec![1, 2, 3];
let doubled: Vec<_> = nums.iter().map(|x| x * 2).collect();

// 7. Match Inference
let num = 5;
let result = match num {
    1 => "One",
    _ => "Other",
};  // &str
```

18 مفهوم Pointer Smart در زبان Rust را توضیح دهید؟

برای مدیریت حافظه استفاده می‌شوند Arcو Box, Rc, اشاره‌گرهای هوشمند مانند.

19 ساختار Trait چیست؟ با ذکر مثال توضیح دهید ؟

در زبان **Rust**، Traitمشابه **interface** در زبان‌های دیگر است و برای تعریف رفتار (behavior)که توسط انواع مختلف پیاده‌سازی می‌شود، استفاده می‌شود

```
trait Greet {
    fn greet(&self);
}
struct Person;
impl Greet for Person {
    fn greet(&self) {
        println!("Hello!");
    }
}
```

20 Closure چیست را ذکر مثال توضیح دهید؟

تابع بدون نام که می‌تواند متغیرهای محیط را بگیرد

```
let add = |x, y| x + y;
println!("{}", add(2, 3));
```

21 توضیح دهید زبان Rust با کدهای نا امن(Code unsafe)چطور رفتار می کند؟ با ذکر مثال توضیح دهید؟

اجازه می‌دهد تا از کد ناامن استفاده شود

```
let x: *const i32 = &10;
unsafe {
    println!("{}", *x);
}
```

22 درمورد کاربرد زبان برنامه نویسی Rust در حوزه Contracts Smart توضیح دهید؟

Rustبه دلیل امنیت بالا برای نوشتن قراردادهای هوشمند در بلاکچین استفاده می‌شود.

23 درمورد کاربرد زبان برنامه نویسی Rust در حوزه Blockchain توضیح دهید؟

Rustبه دلیل کارایی بالا برای توسعه بلاکچین‌هایی مانند Solana استفاده شده است.

24 درمورد کاربرد زبان برنامه نویسی Rust در حوزه Intelligence Artificial توضیح دهید؟

Rustدر توسعه کتابخانه‌های AI و ML مانند tch-rsبرای TensorFlow و PyTorch کاربرد دارد.

25 ابزارهای Test نویسی در زبان Rust را نام ببرید و تفاوت آنها را بیان کنید؟

- cargo test
- assert!
- assert_eq!
- proptestبرای تست‌های مبتنی برproperty

26 ابزارهای برنامه‌نویسی Web در زبانRust

در زبان Rust برای توسعه وب چندین ابزار وجود دارد که معمولاً از آنها در ساخت وب‌سایت‌ها وAPI ها استفاده می‌شود:

1. :**Rocket**فریم‌ورک توسعه وب است که بر سادگی و سرعت تمرکز دارد Rocket . به توسعه‌دهندگان این امکان را می‌دهد کهAPI های پیچیده را به راحتی بسازند و از ویژگی‌هایی مانند درخواست‌های ایمن و فرمت‌های داده ساده پشتیبانی می‌کند.
2. :**Actix-web**یک فریم‌ورک وب سریع و مقاوم است که از مدل‌های تطبیق‌کننده و ناهمگام استفاده می‌کند Actix .به دلیل سرعت بالا شناخته شده است و برای ساخت سیستم‌های مقیاس‌پذیر مناسب است.
3. :**Warp**یک فریم‌ورک وب دیگر است که بر سادگی، ایمنی و عملکرد تمرکز دارد . Warpاز ویژگی‌هایی مانند فیلترهای ترکیبی برای مدیریت مسیرها و درخواست‌ها پشتیبانی می‌کند.
4. :**Tide**فریم‌ورک ساده و ناهمگام است که برای ایجادAPI های وب ساخته شده است . Tideبر روی Snafu و async/await تمرکز دارد.

تفاوت‌ها:

- **Rocket**بیشتر بر سادگی و استفاده از ویژگی‌های Rust تمرکز دارد.
- **Actix-web**بر سرعت و عملکرد بالا تاکید دارد و برای پروژه‌های مقیاس‌پذیر توصیه می‌شود.
- **Warp**سادگی را برای توسعه‌دهندگان و ساختار ترکیب‌پذیر فیلترها ارائه می‌دهد.
- **Tide**برای توسعه‌دهندگانی که به سادگی و بهره‌برداری از async/await علاقه‌مند هستند مناسب است.

27 مکانیزم کنترل خطا (Error Handling) در زبانRust

Rustبرای مدیریت خطاها از دو نوع اصلی استفاده می‌کند:

1. **Result<T, E>**: برای مدیریت خطاهای قابل پیش‌بینی یا خطاهایی که می‌توان آنها را کنترل کرد، استفاده می‌شود.
2. **Option<T>**: برای زمانی که مقدار ممکن است موجود نباشد (مثل nullدر زبان‌های دیگر).

مثال:

```rust
fn divide(a: i32, b: i32) -> Result<i32, String> {
    if b == 0 {
        Err("Division by zero!".to_string())
    } else {
        Ok(a / b)
    }
}

fn main() {
    match divide(10, 0) {
        Ok(result) => println!("Result: {}", result),
        Err(e) => println!("Error: {}", e),
    }
```

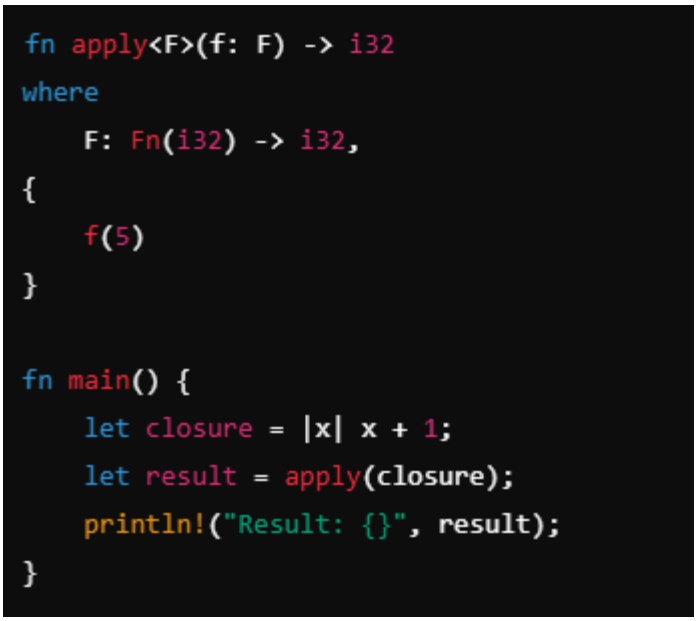
در اینجا، اگر مقسوم‌علیه صفر باشد، یک خطا باز می‌گردد که به شکل Errنمایش داده می‌شود.

28 قابلیت‌های زبان Rust درProgramming Functional

Rustاز مفاهیم برنامه‌نویسی تابعی (Functional Programming) پشتیبانی می‌کند:

1. **توابع مرتبه اول (First-Class Functions)**: در Rust می‌توان توابع را به عنوان مقادیر دریافت یا بازگرداند.
2. **توابع ناشناس (Anonymous Functions) یا Closure**: این توابع می‌توانند متغیرهایی از محیط خود را به طور خودکار ذخیره کنند.

مثال:



```rust
fn apply<F>(f: F) -> i32
where
    F: Fn(i32) -> i32,
{
    f(5)
}

fn main() {
    let closure = |x| x + 1;
    let result = apply(closure);
    println!("Result: {}", result);
}
```

در اینجا یک تابع ناشناس (closure) استفاده می‌شود که بر روی عدد ۵ اعمال می‌شود.

29 برنامه‌نویسی شی‌گرا (Object-Oriented Programming) در زبانRust

Rustبه طور مستقیم از مفاهیم کلاس‌ها و ارث‌بری مانند سایر زبان‌های شی‌گرا پشتیبانی نمی‌کند، اما می‌تواند مفاهیم شی‌گرای مشابه را با استفاده از ویژگی‌هایی مانند **ساختارها (Structs)**و **متحولات (Traits)** پیاده‌سازی کند.

مثال :

```rust
trait Animal {
    fn sound(&self) -> String;
}

struct Dog;

impl Animal for Dog {
    fn sound(&self) -> String {
        "Woof".to_string()
    }
}

fn main() {
    let dog = Dog;
    println!("The dog says: {}", dog.sound());
}
```

در اینجا از **Traits** برای تعریف رفتارهایی مانند صدای یک حیوان استفاده شده است.

30 مفهوم Meta-programming (Profiling ، Reflection) در زبان Rust

Rust به طور کامل از **Reflection** پشتیبانی نمی‌کند (یعنی نمی‌توانید به طور داینامیک اطلاعات نوع را در زمان اجرا بدست آورید). اما قابلیت‌هایی مانند **Profiling** و **Macros** برای تولید کد و انجام برخی کارهای مشابه به متا-برنامه‌نویسی وجود دارند.

مثال Macro) برای تولید کد:(

```rust
macro_rules! say_hello {
    () => {
        println!("Hello, world!");
    };
}

fn main() {
    say_hello!();
}
```

در اینجا یک **Macro**برای چاپ پیام «سلام، دنیا!» تعریف شده است که به نوعی متا-برنامه‌نویسی را شبیه‌سازی می‌کند.

31 راهکار زبان Rust در مواجهه با مشکالت Safety Memory چیست؟ با ذکر یک مثال ساده توضیح دهید؟

Rustبا استفاده از **سیستم مالکیت(Ownership) ، وام‌گیری (Borrowing)** و **قوانین طول عمر(Lifetimes)** ، از مشکلات رایج ایمنی حافظه جلوگیری می‌کند. این مکانیزم‌ها در زمان کامپایل بررسی می‌شوند و باعث می‌شوند خطاهای حافظه به حداقل برسند.

مشکل حافظه	راهکارRust
Use after free	سیستم مالکیت اجازه دسترسی به داده‌های آزادشده را نمی‌دهد.
Double free	فقط یک مالک برای داده وجود دارد، از آزادسازی مجدد جلوگیری می‌شود.
Memory leaks	استفاده از Dropبرای آزادسازی حافظه به صورت خودکار.
Null pointers	استفاده از نوع Optionبه جای اشاره‌گر Null.
Buffer overreads/overwrites	ایمنی آرایه‌ها و جلوگیری از دسترسی خارج از محدوده.
Data races	برای اشتراک ایمن داده بین Arcو Mutexاستفاده از threadها.

32 عملکرد کتابخانه های زیر را با ذکر یک مثال ساده بیان کنید؟

1 – **Serde**سریال‌سازی و دی‌سریال‌سازی

```rust
use serde::{Serialize, Deserialize};

#[derive(Serialize, Deserialize)]
struct Person {
    name: String,
    age: u8,
}

fn main() {
    let person = Person { name: "Ali".to_string(), age: 30 };
    let json = serde_json::to_string(&person).unwrap();
    println!("Serialized: {}", json);
}
```

2 – **Lazy_static**تعریف متغیرهای استاتیک که به صورت تنبل مقداردهی می‌شوند

```rust
use serde::{Serialize, Deserialize};

#[derive(Serialize, Deserialize)]
struct Person {
    name: String,
    age: u8,
}

fn main() {
    let person = Person { name: "Ali".to_string(), age: 30 };
    let json = serde_json::to_string(&person).unwrap();
    println!("Serialized: {}", json);
}
```

3 – **Thiserror**مدیریت خطاها

```rust
use serde::{Serialize, Deserialize};

#[derive(Serialize, Deserialize)]
struct Person {
    name: String,
    age: u8,
}

fn main() {
    let person = Person { name: "Ali".to_string(), age: 30 };
    let json = serde_json::to_string(&person).unwrap();
    println!("Serialized: {}", json);
}
```

4 – **Itertools**افزودن قابلیت‌های بیشتر بهIterator ها

```rust
use serde::{Serialize, Deserialize};

#[derive(Serialize, Deserialize)]
struct Person {
    name: String,
    age: u8,
}

fn main() {
    let person = Person { name: "Ali".to_string(), age: 30 };
    let json = serde_json::to_string(&person).unwrap();
    println!("Serialized: {}", json);
}
```

5 – **Time**مدیریت و محاسبات زمان

```rust
use serde::{Serialize, Deserialize};

#[derive(Serialize, Deserialize)]
struct Person {
    name: String,
    age: u8,
}

fn main() {
    let person = Person { name: "Ali".to_string(), age: 30 };
    let json = serde_json::to_string(&person).unwrap();
    println!("Serialized: {}", json);
}
```

6 – **Url**تجزیه و ترکیبURL ها

```rust
use url::Url;

fn main() {
    let parsed = Url::parse("https://www.rust-lang.org").unwrap();
    println!("Host: {:?}", parsed.host_str());
}
```

7 – **Reqwest**ارسال درخواست‌هایHTTP

```rust
use reqwest;

#[tokio::main]
async fn main() {
    let body = reqwest::get("https://www.rust-lang.org")
        .await
        .unwrap()
        .text()
        .await
        .unwrap();
    println!("{}", body);
}
```

8 – **Anyhow**مدیریت خطاها به صورت ساده

```rust
use reqwest;

#[tokio::main]
async fn main() {
let body = reqwest::get("https://www.rust-lang.org")
.await
.unwrap()
.text()
.await
.unwrap();
println!("{}", body);
}
```

9 – **Digest**محاسبه هش

```rust
use sha2::{Sha256, Digest};

fn main() {
let mut hasher = Sha256::new();
hasher.update(b"hello world");
let result = hasher.finalize();
println!("{:x}", result);
}
```

10 – **Signature**مدیریت امضاهای دیجیتال

```rust
use sha2::{Sha256, Digest};

fn main() {
let mut hasher = Sha256::new();
hasher.update(b"hello world");
let result = hasher.finalize();
println!("{:x}", result);
}
```

11 – **Openssl**رمزنگاری وSSL

```rust
use openssl::rsa::Rsa;

fn main() {
let rsa = Rsa::generate(2048).unwrap();
println!("RSA Key Generated");
}
```

12 – **Chrono**مدیریت تاریخ و زمان

```rust
use chrono::Local;

fn main() {
let now = Local::now();
println!("{}", now);
}
```

13 – **Geo**کار با موقعیت‌های جغرافیایی

```rust
use chrono::Local;

fn main() {
let now = Local::now();
println!("{}", now);
}
```

14 – **Hound**کار با فایل‌های صوتی

```rust
use hound;

fn main() {
// باز کردن و پردازش فایل WAV
}
```

15 – **Rustls**پیاده‌سازی TLS امن

```
use hound;

fn main() {
// باز کردن و پردازش فایل WAV
}
```

16 – **Ring**رمزنگاری و عملیات رمزنگاری

```
use hound;

fn main() {
// باز کردن و پردازش فایل WAV
}
```

33 درمورد امکان فراخوانی کدهای دیگرزبان ها در زبان Rust توضیح دهید؟

Rustامکان فراخوانی کدهای نوشته‌شده به زبان‌هایی مانند C و C++ را از طریق **FFI (رابط تابع خارجی)** فراهم می‌کند. این قابلیت به Rust اجازه می‌دهد تا از کتابخانه‌های موجود و کدهای سیستمی استفاده کند.

روش:

- استفاده از "C" externبرای تعریف توابع خارجی.
- پیاده‌سازی توابع با استفاده از unsafeبرای اطمینان از ایمنی.

مثال) فراخوانی کد:C

```
extern "C" {
    fn printf(format: *const i8, ...);
}

fn main() {
    let msg = b"Hello from C!\n\0";
    unsafe {
        printf(msg.as_ptr() as *const i8);
    }
}
```

34 درمورد امکان فراخوانی کدهای زبان Rust در زبان هایی مانند Java ، C#، C و Pythonتوضیح دهید؟

Rustامکان استفاده از کتابخانه‌های Rust در زبان‌هایی مانندC ، Python، Javaو C# را با تولید **کتابخانه‌های مشترک (Shared Library)** یا **Rust DLL**فراهم می‌کند.

روش‌ها:

- ایجاد کتابخانه‌های cdylibیا staticlibبرای تولید فایل .so.یا .dll.
- استفاده از #[no_mangle]برای جلوگیری از تغییر نام توابع توسط کامپایلر.
- ابزارهایی مانند PyO3برای Python و jniبرای.Java

مثال) ایجاد کتابخانه برای:(Python

```rust
use pyo3::prelude::*;

#[pyfunction]
fn add(a: i32, b: i32) -> i32 {
    a + b
}

#[pymodule]
fn mylib(py: Python, m: &PyModule) -> PyResult<()> {
    m.add_function(wrap_pyfunction!(add, m)?)?;
    Ok(())
}
```

35 در قالب یک مثال Programming Asynchronous در زبان Rust را توضیح دهید؟

Rustاز برنامه‌نویسی ناهمگام (Asynchronous) با استفاده از asyncو awaitپشتیبانی می‌کند. این قابلیت اجازه می‌دهد تا بدون مسدود کردنthread ، عملیات ورودی/خروجی انجام شود.

مثال (برنامه ناهمگام):

```rust
use tokio::time::{sleep, Duration};

#[tokio::main]
async fn main() {
    let task1 = async_task(1);
    let task2 = async_task(2);

    tokio::join!(task1, task2);
}

async fn async_task(id: u8) {
    println!("Task {} started", id);
    sleep(Duration::from_secs(2)).await;
    println!("Task {} finished", id);
}
```