Thread pools and iterators

Stefan Schindler (@dns2utf8)

June 17, 2018

Rust Zürichsee, Schweiz CH - @Cosin 2018

Inhalt

1. Über
2. Schleifen
3. Iteratoren
4. Verschiedene Ausführungsmodi
5. Implementation
6. Schema: Schleifen zu Iteratoren
7. Fragen

Über

About:me

Hallo mein Name ist Stefan und I arbeite an und mit Computern.

Ich organisier

- RustFest.eu Paris: 26. & 27. May mit ”impl days” am 28. & 29. May
- Meetups in und um Zürich
- Illuminox.ch (in den Schweizer Alpen Juli 2018)

Ein paar von meinen Nebenprojekten

- rust threadpool
- Son of Grid Engine (SGE) interface
- run your own infrastructure - DNS, VPN, Web, ...

Was wir heute lernen werden

- Schleifen
- Iteratoren
- Verschiedene Ausführungsmodi
- Single vs. Multi Threading
- Wie man Pools synchronisiert
- Wie man linearen Code in parallelen überführt

Schleifen

Schleifen 0 - Was bisher geschah

```
const char *data[] = { "Peter Arbeitsloser", ... };

  const int length = sizeof(data) / sizeof(data[0]);
  int index = 0;
kopf:
  if (!(index < length)) {
    goto ende;
  }
  const char *name = data[index];
  printf("%i: %s\n", index, name);
  index += 1;
  goto kopf;
ende:
```

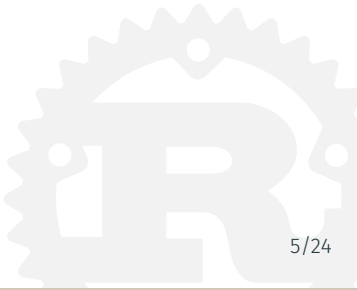
Schleifen 1 - Was verbessert wurde

```
const char *data[] = {
    "Peter Arbeitsloser",
    "Sandra Systemadministratorin",
    "Peter Koch",
};

  const int length = sizeof(data) / sizeof(data[0]);

  for (int index = 0; index < length; index++) {
    const char *name = data[index];
    printf("%i: %s\n", index, name);
  }
```

Schleifen 2

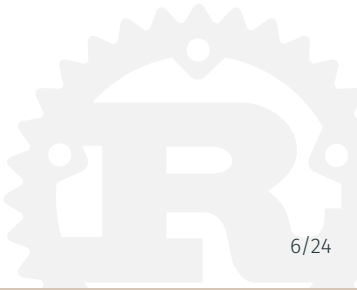
Die Ausgangslage der folgenden Beispiele:

```
#[allow(non_upper_case_globals)]
const data: [&str; 3] = [
    "Peter Arbeitsloser",
    "Sandra Systemadministratorin",
    "Peter Koch",
];
```



Schleifen 3 - While

```
let mut index = 0;
let length = data.len();
while index < length {
    println!("{}: {}", index, data[index]);
    index += 1
}
```



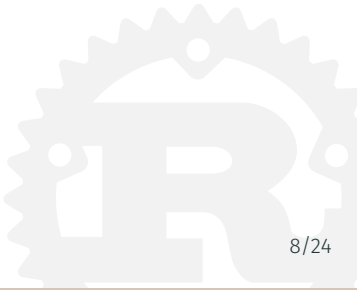
Schleifen 4 - foreach

```
for name in &data {
    println!("{}", name);
}
```

Iteratoren

Trait Iterator

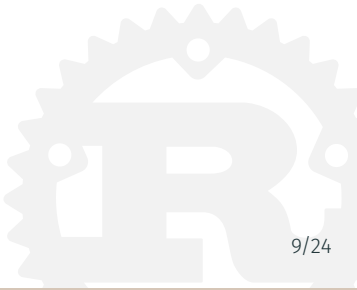
```rust
pub trait Iterator {
    type Item;
    fn next(&mut self) -> Option<Self::Item>;
}

pub enum Option<T> {
    None,
    Some(T),
}
```



Iteratoren 0

```
let iterator = data.iter();
iterator.for_each(|name| {
    println!("{}", name);
});
```

- Warum?
- Vorteile für
  - Programmierer
  - Compiler



```
struct Person { vorname: String, nachname: String, }
let processed = data
        .iter()
        .map(|name| {
            let mut split = name.split(" ");
let (vorname, nachname) = (split.next(), split.next());
if vorname.is_none() || nachname.is_none() {
    return Err("Konnte namen nicht parsen: Zu wenige Teile")
}
            Ok(Person {
                vorname: vorname.unwrap().into(),
                nachname: nachname.unwrap().into(),
            })
        })
        .collect::<Result<Vec<_>, _>>();
```

```
struct Person { vorname: String, nachname: String, }
let processed = data.iter()
        .map(|name| {
            let mut split = name.split(" ");
let (vorname, nachname) = (split.next(), split.next());
match (vorname, nachname) {
    (Some(vorname), Some(nachname)) => {
        Ok(Person {
            vorname: vorname.into(), nachname: nachname.into(),
        })
    }
    _ => { Err("Konnte namen nicht parsen: Zu wenige Teile") }
}
        })
        .collect::<Result<Vec<_>, _>>();
```

Iteratoren 3 - Parsen Ergebnis

```
processed: Ok(
    [
        Person {
            vorname: "Peter",
            nachname: "Arbeitsloser"
        },
        Person {
            vorname: "Sandra",
            nachname: "Systemadministratorin"
        },
        Person {
            vorname: "Peter",
            nachname: "Koch"
        }
    ]
```

Verschiedene Ausführungsmodi

Programmieren ist ...

... ein Weg Probleme zu lösen

Beispiele:

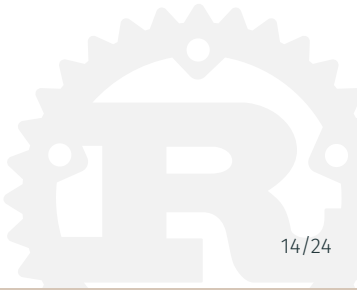
- Daten kopieren
- Audio verbessern
- Nachrichten verteilen
- Daten speichern
- Bilder transformieren

Der Schlüssel ist das Problem zu verstehen

Single thread - Lineare Ausführung

Wie erledigen wir mehr als eine Aufgabe gleichzeitig?

- Linear wenn die Aufgaben kurz genug sind
- Polling
- Event getrieben (select/epoll)
- Hardware SIMD



Multi Threading - SMP

Let's add another level of abstraction

- spawn / join: verwalte Listen von JoinHandles
- Pools
  - Job Queue (heute das Thema)
  - Workstealing (rayon)
  - futures (async / await)

Neue Probleme: Synchronisation und Kommunikation

Implementation

Send and Sync

Rusts ”pick three” (safety, speed, concurrency)

`Trait std::marker::Send`

Typeen können über Thread-Grenzen transferiert werden.

`Trait std::marker::Sync`

Typeen können sicher von mehreren Threads referenziert und aufgerufen werden.

Crates

Let's add another level of abstraction

- std::thread::spawn, join
- pools
  - ThreadPool (Job Queue)
  - FuturesThreadPool (Workstealing)
- rayon (Workstealing)
- timely dataflow (distributed actor model)

Neue Probleme: Synchronisation, Kommunikation und Besitzrecht

Channel Beispiel

```rust
use threadpool::ThreadPool; use std::sync::mpsc::channel;

let n_workers = 4; let n_jobs = 8;
let pool = ThreadPool::new(n_workers);

let (tx, rx) = channel();
for _ in 0..n_jobs {
    let tx = tx.clone();
    pool.execute(move || {
        tx.send(1).expect("channel will be there");
    });
}
drop(tx);

assert_eq!(rx.iter().take(n_jobs).fold(0, |a, b| a + b), 8);
```

Channel Kaskade Beispiel

```
let (tx, mut rx) = channel();
tx.send( (0, 0) ).is_ok();
for _ in 0..TEST_TASKS {
    let rx_pre = rx;
    let (tx_chain, rx_chain) = channel();
    rx = rx_chain;

    pool.execute(move || {
        let r = pi_approx_random(VERSUCHE as u64
                                 , rand::random::<f64>);
        let b = rx_pre.recv().unwrap();
        tx_chain.send( (b.0 + r.0, b.1 + r.1) ).is_ok();
    });
}
println!("chain.pi: {}", format_pi_approx(rx.recv().unwrap()));
```

Schema: Schleifen zu Iteratoren

Collect von Channnel - 0

v_len speichert wie viele Elemente wir erwarten

```
let mut pictures = vec![];

for _ in 0..v_len {
  if let Some(pi) = rx.recv().unwrap() {
    pictures.push( pi );
  } else {
    // Abbruch wegen einem Fehler
    return;
  }
}
```

Collect von Channnel - 1

Mit foreach brauchen wir die Länge nicht mehr

```
let mut pictures = vec![];

for pi in rx.iter() {
  if let Some(pi) = pi {
    pictures.push( pi );
  } else {
    // Abbruch wegen einem Fehler
    return;
  }
}
```

Collect von Channnel - 2

Mit for_each brauchen wir die Länge nicht mehr

```
let mut pictures = vec![];

rx.iter().for_each(|pi| {
  if let Some(pi) = pi {
    pictures.push( pi );
  } else {
    // Abbruch wegen einem Fehler
    return;
  }
});
```

Collect von Channnel - 3

```
let pictures = rx.iter().map(|pi| {
  if let Some(pi) = pi {
    Ok( pi )
  } else {
    // Abbruch wegen einem Fehler
    Err( () )
  }
}).collect::<Result<Vec<PictureInfo>, ()>>().unwrap();
```

Collect von Channnel - 4

Parallelisiert mit rayon

```
let pictures = rx.par_iter().map(|pi| {
  if let Some(pi) = pi {
    Ok( pi )
  } else {
    // Abbruch wegen einem Fehler
    Err( () )
  }
}).collect::<Result<Vec<PictureInfo>, ()>>().unwrap();
```

Fragen

Danke für eure Aufmerksamkeit!

Stefan Schindler @dns2utf8

Happy hacking! Bitte fragt Fragen!

Folien & Beispiele: `https://github.com/dns2utf8/thread-pools-and-iterators`