Un Prototipo per lo scheduling di funzioni basato su analisi di costo in piattaforme serverless

Sviluppo di un interprete per l'analisi di costo di funzioni serverless

Simone Boldrini

Alma Mater Studiorum - Università di Bologna
Facoltà di Scienze

14 Marzo 2024

Introduzione

Obiettivo: Sviluppare un prototipo di compilatore per piattaforme serverless che sfrutti tecniche di analisi di costo per ottimizzare l'esecuzione di funzioni.

- Definizione grammatica specifica

Introduzione

Obiettivo: Sviluppare un prototipo di compilatore per piattaforme serverless che sfrutti tecniche di analisi di costo per ottimizzare l'esecuzione di funzioni.

- Definizione grammatica specifica
- Analisi del programma

Introduzione

Obiettivo: Sviluppare un prototipo di compilatore per piattaforme serverless che sfrutti tecniche di analisi di costo per ottimizzare l'esecuzione di funzioni.

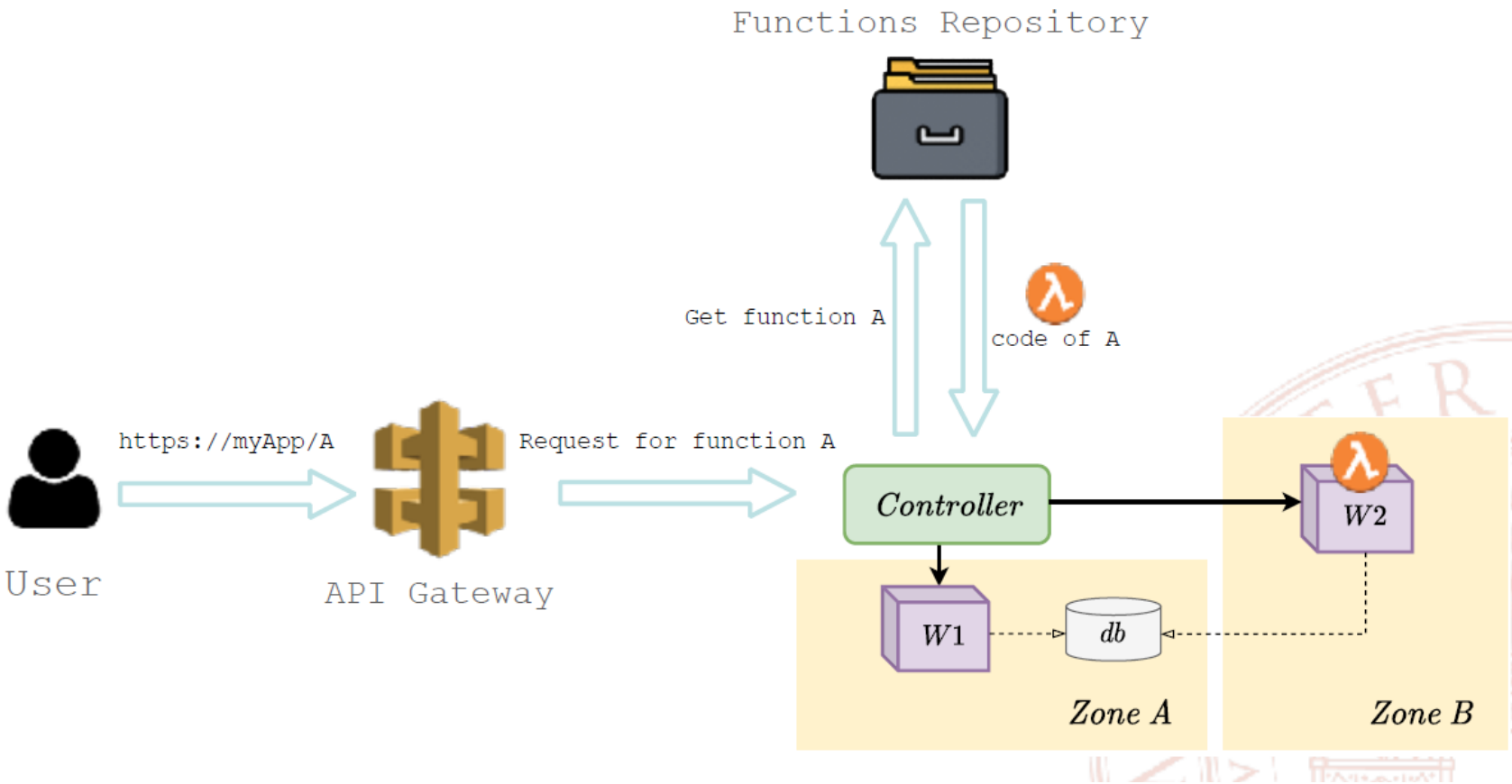
- Definizione grammatica specifica
- Analisi del programma
- Generazione equazioni di costo

Introduzione

Obiettivo: Sviluppare un prototipo di compilatore per piattaforme serverless che sfrutti tecniche di analisi di costo per ottimizzare l'esecuzione di funzioni.

- Definizione grammatica specifica
- Analisi del programma
- Generazione equazioni di costo
- Generazione del codice WASM

cAPP Scheme


Functions Repository
Get function A
code of A
https://myApp/A
Request for function A
User
API Gateway
Controller
W1
db
W2
Zone A
Zone B

Definizione della grammatica

Abbiamo definito una grammatica specifica *HLCostLan* per la defizione di un linguaggio di alto livello per la definizione di funzioni serverless.

```
1   struct Params {
2       address: array[int],
3       payload: any,
4       sender: string
5   }
6   service PremiumService : (string) -> void;
7   service BasicService : (any) -> void;
8   (isPremiumUser: bool, par: any) => {
9       if ( isPremiumUser ) {
10          call PremiumService("test");
11      } else {
12          call BasicService( par);
13      }
14  }
15
```

Listing 1: Listing8

Analisi del programma

Una volta definito il linguaggio, abbiamo sviluppato un interprete per l'analisi del programma. Quest'analisi prevede:

- Analisi lessicale e sintattica(Riconosciuta da ANTLR)

Analisi del programma

Una volta definito il linguaggio, abbiamo sviluppato un interprete per l'analisi del programma. Quest'analisi prevede:

- Analisi lessicale e sintattica(Riconosciuta da ANTLR)
- Analisi semantica

Generazione equazioni di costo

Una volta analizzato il programma, abbiamo sviluppato un interprete per la generazione delle equazioni di costo.

Analisi di costo

Analisi di costo

Come analisi statica dei costi miriamo ad ottenere risultati analitici per un dato programma P, i quali consentono di vincolare il costo dell'esecuzione di P su qualsiasi input x, senza dover effettivamente eseguire $P(x)$.

PUBS ha l'obiettivo di ottenere automaticamente un upper bound in forma chiusa per i sistemi di equazioni di costo, calcolando i limiti superiri per la relazione di costo indicata come "entry", oltre che per tutte le altre relazioni da cui tale "entry" dipende.

Analisi di costo

Un'analisi di costo è fortemente dipendente dal modello di costo preso in considerazione:

- Costo di esecuzione: il costo di esecuzione di una funzione
- Costo di allocazione: il costo di allocazione di una variabile nell'heap
- Costo di latenza: il costo di latenza nell'invocazione di una funzione

I vantaggi delle equazioni di costo:

- Sono indipendenti dal linguaggio di programmazione
- Possono rappresentare diverse classi di complessità
- Possono catturare una varietà di nozioni non banali di risorse.

Analisi di costo

```
1 eq(main(P,ISPREMIUMUSER0,B),0,[if9(ISPREMIUMUSER0,P,B)],[]).
2 eq(if9(ISPREMIUMUSER0,P,B),nat(P),[],[ISPREMIUMUSER0=1]).
3 eq(if9(ISPREMIUMUSER0,P,B),nat(B),[],[ISPREMIUMUSER0=0]).
```

Listing 2: Equazioni di costo per Listing 8

Generazione del codice WASM

Una volta ottenute le equazioni di costo, abbiamo sviluppato un interprete per la generazione del codice WASM.

WebAssembly

WebAssembly rappresenta una tecnologia versatile e potente che offre un'alternativa efficace alle tradizionali soluzioni di esecuzione di codice.
Le istruzioni Wasm si distinguono dalle istruzioni di un processore reale in quanto sono progettate per l'esecuzione in un ambiente virtuale.

Esempio HLCostLan

```
1        fn svc(i: int, n:int) -> any{
2            return n * i
3    }
4    (len : int) => {
5        return svc(len,4)
6    }
7
```

Listing 3: Esempio di funzione HLCostLan, Listing15

Equivalente WAT

```
1    (func $svc (param $i i32) (param $n i32) (result i32)
2    (local $res i32)
3    (if(i32.eq
4    (local.get $i)
5    (local.get $n))
6    (then
7    (i32.const 1)
8    (local.set $res))
9    (else
10   (i32.const 0)
11   (local.set $res))
12   )(local.get $res))
13
14   (func $main (export "main")(param $a i32)(param $b i32) (result
     i32)
15   (local.get $a)
16   (local.get $b)
17   (call $svc)
18   )
19
```

Conclusioni

- É stato sviluppato un interprete prototipale attraverso il quale è possibile eseguire programmi scritti in HLCostLan, un linguaggio di programmazione appositamente progettato per l'analisi e l'ottimizzazione dei costi computazionali.
- L'interprete offre anche la possibilità di derivare l'equazione di costo associata a tali programmi, che viene poi calcolata attraverso il tool PUBS, per descrivere in modo formale il carico computazionale generato dal programma.
- CostCompiler, infine, offre inoltre la capacità di generare automaticamente il corrispondente codice WebAssembly.

Sviluppi Futuri

Alcuni possibili sviluppi futuri che potrebbero arricchire ulteriormente il nostro lavoro includono:

- Integrazione con Kubernetes
- Estendere il linguaggio HLCostLan
- Condurre studi sperimentali e valutazioni empiriche per testare l’efficacia del sistema in scenari realistici di utilizzo