



تمرین چهارم طراحی کامپایلر و  
زبان‌های برنامه‌نویسی

بهار ۱۴۰۴  
مهلت تحویل: ۱۴۰۴/۰۳/۲۷

دانشکده مهندسی کامپیوتر و  
علوم کامپیوتر

طراح ارشد: گلبو رشیدی، طراحان تمرین: فرشته باقری، دریا انصاری‌پور، امیر فریدی، سید محمد  
حسین مظهری، عرفان احمدی

1. با استفاده از الگوریتم Type Inference برای هر یک از موارد زیر، نوع تابع  $f$  را در صورت صحیح بودن تعریف آن به دست آورید (می‌توانید از درخت استنتاج و یا از درخت AST استفاده کنید).

فرض کنید که تابع  $append$  در زبان ML برای افزودن یک عضو به ابتدای یک لیست تعریف شده است و نوع آن به صورت  $a list \rightarrow a * a list$  است که  $a$  می‌تواند هر نوعی باشد. همچنین تابع  $concat$  برای  $concatenation$  دو رشته تعریف شده است و نوع آن به صورت  $string * string \rightarrow string$  است.

(الف)

$fun f(a, b, c) = if c(a) then append(a, b) else append(a, f(a - 1, b, c));$

(ب)

$fun f(a, b, c, d) = if b(concat(c, a(true))) then d(c) else a(false);$

(ج)

$fun Y(f) = (fn x => f(xx))(fn x => f(xx))$

2. عبارتی را در سینتکس زبان *ML* بنویسید که دارای تایپ زیر باشد. همچنین کارکرد این عبارت را توصیف کنید.

$(a \rightarrow \text{bool}) * a \text{ list} \rightarrow a \text{ list}$

3. کد زیر را در نظر بگیرید.

الف ( *jasmin bytecode* متناظر با این کد را تولید کنید.  
ب ( مقادیر موجود در *stack* و *local variable* (های) مورد استفاده را در هر مرحله مشخص کنید .

$\text{int fact(int } n\text{)}\{\text{return } n == 0 ? 1 : n * \text{fact}(n - 1);\}$

4. چه خطاهایی برای بایت کد زیر که مربوط به کلاس *B* است، توسط *Java Bytecode Verifier* ایجاد می‌شود.

```
class A
{
    public int i;

    public int g(A a) { ... }
}

class B extends A
{
    public C f(int i, A a, C c) { ... }
}

class C extends A
{
}
```

```

.method public B/f (IAC)C

.limit stack 2

.limit locals 2

aload_2

new B

dup

invokespecial B/<init> ()V

astore_3

iload_2

invokevirtual A/g (a)I

aload_1

iadd

aload_3

getfield A/i I

pop

.end method

```

5. در مورد Garbage Collection به سوالات زیر پاسخ دهید.

الف) سه تکنیک کلی برای انجام garbage collection در حافظه چیست؟ (دقت کنید که منظور نوشتن نام الگوریتم‌ها نیست بلکه تکنیک‌های کلی مورد استفاده در الگوریتم‌های garbage collection مورد نظر است).

برای هر کدام از تکنیک‌ها یک مثال بیاورید.

ب) الگوریتم Cheney را به طور خلاصه توضیح دهید. برای تکه کد زیر این الگوریتم را پیاده‌سازی کنید a) را به عنوان ریشه در نظر بگیرید).

```
class P {  
  
    public void setY(P _y) { ... }  
  
    public void setXY(P _x, _y) { ... }  
  
    static public void main (String args[]) {  
  
        P a = new P();  
  
        P b = new P();  
  
        P c = new P();  
  
        P d = new P();  
  
        P e = new P();  
  
        P f = new P();  
  
        a.setXY(b, c);  
  
        b.setXY(d, e);  
  
        e.setY(c);  
  
        c.setY(f);  
  
        c = null;  
  
    }  
}
```

## 6. الگوریتم‌های Garbage Collection زیر را در نظر بگیرید:

### Mark & Sweep و Stop & Copy

الف) فرض کنید garbage collector تنها زمانی اجرا می‌شود که memory برنامه کاربر تمام می‌شود، برای مثال زمانی که نمی‌تواند object ای را new کند. آیا یکی از این دو الگوریتم سریع‌تر از دیگری است؟ کدام الگوریتم باید تعداد دفعات بیشتری اجرا شود؟

ب) آیا مقدار حافظه‌ی مصرفی توسط یکی از این الگوریتم‌ها به طور قابل ملاحظه‌ای نسبت به الگوریتم دیگر بیشتر است؟

پایتون از reference counting برای garbage collection خود استفاده می‌کند. این زبان از یک cycle-detector ویژه برای پاک کردن داده‌هایی که به صورت دایره‌وار به هم رفرنس دارند به صورت دوره‌ای استفاده می‌کند.

ج) آیا این cyclic reference ها در ساختارهای داده که روزمره به کار می‌روند رایج هستند؟

د) به طور خلاصه توضیح دهید که چگونه می‌توان یک cycle-detector را پیاده‌سازی کرد. چه زمانی می‌توان یک cycle را پاک کرد؟

### توضیحات:

- در صورت ابهام در سوالات با دستیار مربوطه سوال در ارتباط باشید:
    - سوال 1: عرفان احمدی
    - سوال 2: امیر فریدی
    - سوال 3: سید محمد حسین مظهري
    - سوال 4 و 5 و 6: فرشته باقری
  - یک فایل به نام HW4-SID.pdf را آپلود کنید که SID شماره دانشجویی شما می‌باشد.
  - در صورت تشخیص شباهت و تقلب میان حل تمرین شما و دیگران، برای هر دو دانشجو نمره صفر در نظر گرفته خواهد شد.
- موفق باشید.