

**愿望：**灵活，高效。参考 C++、Python、JS、C#、Go、Swift、Rust、Mathematica 等等。强类型，静态类型。有继承、多态，泛型。



**特性：**无 GC，无生命期管理。有依赖管理、指针、运算符重载、字符串模板、unicode、宏、模板、元编程、反射、trait、async、coroutine、多线程、异构计算（包括 GPU TPU 等等）、goto，异常。可选边界和溢出检查。

**场景：**机器学习、科学计算、后端、嵌入式、脚本、游戏、移动和桌面开发，等等。

**计划：**编译到 IR 再编译到多种目标。在生产中测试和完善。计划先接入 openCV 和 MXNet 的 C++ 接口，再加上异步和多线程，代替目前所用的 Python 代码。

## 1. Hello World

Basis 与 Python 类似，初次使用需定义，但可省略类型（此时类似 C++ 1x 的 auto，编译期推断静态类型）。

注意，Basis 是“披着 Python 皮的 C++”，不是“静态类型的 Python”。Basis 的大部分特性可编译到 C++ 1x。

<pre> module main import sys.console as console  tellPrime : (n)   n ≤ 1 : 'bad'   for i = 2, i * i ≤ n, i++     n % i == 0 : 'bad'    return 'good'  main :   console.writeLine(tellPrime(17)) </pre>	<pre> module main import sys.object.* import sys.console as console  string tellPrime(int n) {   if (n ≤ 1) return 'bad'   for (int i = 2; i * i ≤ n; i++) {     if (n % i == 0) return 'bad'   }   return 'good' }  void main() {   console.writeLine(tellPrime(17)) } </pre>
--	--

上文左右，都是合法的 Basis 程序，语义完全相同。您可能会觉得，左边的太干净（我也认为这种程序的可读性不好），右边的又有点累赘。那么，在 Basis 中您可自由混搭出各种“中间风格”，自由选择喜爱的编程风格。

显然，Basis 的编译器会很复杂，也可能会有未知的歧义，欢迎您关注和参与 Basis 项目，多提宝贵意见。

值得一提的是，Basis 中的冒号代表“定义映射”，如左边所示，它甚至可代替 if 语句。

## 2. 基本语法规则

Basis 的设计不追求“凡事只有一种方法”，而是希望提供多种选择。例如，定义函数至少有 4 种方法：

TYPE f(TYPE x) :	f(TYPE x) : TYPE	f : (TYPE x) TYPE	(TYPE x) TYPE f :
------------------	------------------	-------------------	-------------------

本文使用 Python 风格，用缩进控制域。但 Basis 也支持用 { } 控制域的 Cxx 风格。

下文的程序，旨在演示多种语义风格。在实际编程中，建议统一风格。

```
module main                                # 定义模块
import sys.object.*                        # 注意，int 等等不是关键字，而是来自 sys.object.int 等等
import sys.nn.*                            # 稍后用到神经网络库（也会有通往流行 DL 框架的接口）
import sys.console as console             # 稍后用到 sys.console.writeline
                                           # 此外，远程模块可类似 import "xxx://xxx" as xxx 引入

bool isPrime(int n) :                      # 函数用 A : B 定义
    if n ≤ 1                               # 类似 Python，并省略冒号
        return false
    for i = 2, i * i ≤ n, i++              # 等价于 for i in 2 .. sys.math.sqrt(n).int()+1
        if n % i == 0 : return false      # 这样可将 if 写成一，稍后用冒号有更简练的写法
    return true

bool isOdd(int x) : {x % 2 == 1}           # 花括号永远代表闭包，写在单行时，会自动 return 结果
bool isOddAAA(int x) : x % 2 == 1         # 若写成单行，且不用花括号，则必须省略 return 关键字
bool isOddBBB(int x) : (x % 2 == 1)       # 可选加小括号，更清晰

string myDict[bool] = [true: 'good', false: 'bad'] # 字典必须写明类型；字符串支持 ' ' 和 " "
                                           # 字典用中括号列表

int[] arr = [1, 2, 3]                    # 数组也用中括号列表
```

# 同时 Basis 支持多种风格，可自由使用，下文的箭头用 => 输入

```
isEven : x => {x % 2 == 0}                # 箭头风格，这里省略类型，自动用 auto 机制推断
isEvenFoo : int x => bool {x % 2 == 0}    # 写明类型的箭头风格，
isEvenBar : int x => bool                 # 多行的箭头风格
    return x % 2 == 0

isEvenXXX : x => x % 2 == 0                # 如前所述，这里的花括号也可省略，最终效果很干净

isEvenAAA : (int x) bool {x % 2 == 0}     # 也可省略箭头，那么给参数加括号
isEvenBBB : bool (int x) {x % 2 == 0}     # 也可将 (x) y 写成 y (x)
```

# 下文介绍 Basis 的特点：冒号语法

```
myDictFoo : [bool] string [true: 'good', false: 'bad'] # 字典也有箭头风格
myDictBar : [bool] string                             # 多行的字典，有点像函数。字典和函数都是映射，都是运算符重载
    true   : 'good'                                     # 因此，这种冒号语法，可视为某种自动 return 的 if 语句
    false  : 'bad'                                     # 显然，不能写成 false = 'bad'，这是 : 和 = 的区别之一例

sayNumberSilly : (int x) string                     # 函数也可用冒号语法，在冒号的左边需写明完整的条件
    x == 6      : 'six'                               # 实际语义，完全等于自动 return 的 if 语句
    x % 2 == 0  : 'some even number'                 # 但，冒号语法，更符合“定义映射”的思想
    : 'no idea'                                       # 若左边是 true，可省略，并推荐省略
```

```

isEvenBaz(int x) : bool          # 这是一种常见风格，Basis 同样支持
    return x % 2 == 0

# 下文介绍简单的 OOP 特性，后续章节介绍多态等高级特性

MY_COMPLEX : <object>           # 定义类，必须写明基类，这里继承 sys.object.object
    double re = 0.0, im = 0.0    # 浮点常数默认是 double 类型

# 将构造函数视为一种运算符重载，这里的函数定义省略返回类型，自动推断返回类型
op (double re, double im) :      # 也可写成 op : (double re, double im)
    this.re = re                 # 有歧义时，加上 this
    this.im = im
    return new(this)             # 记得最后返回一个新对象

op + (MY_COMPLEX v) :           # 注意，对象都是传引用，在此无需说明是传引用
    res = MY_COMPLEX(re + v.re, im + v.im) # 注意，生成对象的语法和 C++ 不同
    return res

op string :                     # 类型转换重载
    return string(re) + '+' + string(im) + 'i' # 用 + 连接字符串

op copy : { return copy(this) } # 默认赋值时只做浅拷贝。这里定义深拷贝（用默认的深拷贝）

toStringFoo : string            # 这是一个普通的类方法，实际是 () ⇒ string，做了省略
    return this.string()         # 注意 x.string() 等于 string(x)，语义相同

# 下面的函数定义省略一切类型，则等于 int argc, char** argv ⇒ var 全自动推断
MY_COMPLEX.print : { console.WriteLine(toStringFoo()) } # 目前这实际是静态地给类添加方法

MY_COMPLEX_FOO : (double re, double im) # 也可模仿 JS，由函数定义类
    double re = re, im = im             # 这样的类会自动继承 sys.object.function
    return this.new()                   # 记得返回新对象，this.new() 也等于 new(this)

main :
    console.WriteLine('hello world')

    print = console.WriteLine           # 这实际是传递一个函数指针
    print(isPrime(17) : 'good' else 'bad') # 三元操作符，注意和 C 的不同
    print('this is ' + myDict[isOdd(x: 17)]) # 类似 Python，可用明确的参数名调用函数

    COMPLEX = MY_COMPLEX                # 不需要 typedef 关键字
    COMPLEX aa = COMPLEX(1, 2)          # 完整的写法
    bb = COMPLEX(3, 4)                  # 简单的写法
    (aa+bb).print()                     # 调用类的方法

    A = tensor(shape: (10, 5), ctx: gpu) # 完整的写法，sys.nn.tensor 和 sys.nn.gpu 都是类

    B = tensor(5, 1, cpu)                # 简单的写法
    C = tensor(5, 1).cpu()               # 也可这样写

```

```

D = cpu(tensor(5,1))          # 也可这样写
E = cpu(5, 1)                 # 偷懒的写法

X = cpu(A * gpu(B))           # 在 gpu 运算，再传回 cpu
print(string(X))               # 强类型，所以需要明确转为 string

```

例程到此结束。下面总结函数定义，可省略部分或全部类型：

```

f : (TYPE x) TYPE             # 完整的函数定义
f : TYPE                       # 自动输入，等于 f : int argc, char** argv => TYPE
f : (TYPE x)                  # 自动输出，等于 f : TYPE x => var
f : (x)                       # 等于 f : var x => var
f :                            # 自动输入输出，等价于 f : int argc, char** argv => var
f : () => void                 # 这是一个必须无输出，无输出的函数

```

若函数中未使用 `argc`, `argv`, 会自动优化。

还有更多写法，因为，可说明 `f` 的类型，也可说明 `f(TYPE x)` 的类型：

```

TYPE f(TYPE x) :              # 传统写法
(TYPE x) TYPE f :              # 因为 TYPE x => TYPE 也是一种 TYPE
f(TYPE x) : TYPE               # 还可这样写

```

再以字典为例，下面只是部分写法：

```

string myDict[bool] = [true: 'good', false: 'bad']
myDict = [bool] string [true: 'good', false: 'bad']
myDict = string[bool] [true: 'good', false: 'bad']
myDict[bool] = string [true: 'good', false: 'bad']
string[bool] myDict = [true: 'good', false: 'bad']
[bool] string myDict = [true: 'good', false: 'bad']

```

从运算符角度而言，重载 `()` 的是函数。重载 `[]` 的是字典。重载 `.` 的是类。其余是普通变量。

### 3. 基本语法的简单说明

每个代码文件的构造，首先是文件头：

```

module xxx
import xxx

```

后续的外层语句，有且仅有 4 种可能。其中 `:` 也可能是 `=`。

<code>TYPE x : v</code>	<code>TYPE x : v</code>	<code>x : TYPE v</code>	<code>x : TYPE v</code>
-------------------------	-----------------------------	-------------------------	-----------------------------

- 目前 `x` 包括 `x` `x(a)` `x[a]` `x.y`
- 目前 `v` 包括 `v` `{v}` `[v]`
- 目前 `TYPE` 包括 `x`, `x => y`, `[x] => y`, `x[n]`, `<x>`, 且可部分或全部省略

- 同时 **TYPE** 可省略箭头，例如下列三者等价： $x \Rightarrow y$ ,  $(x) y$ ,  $y (x)$

举例，之前的例程，外层语句如下：

```
package xxx
import xxx
TYPE x :      # x 为 isPrime(int n), TYPE 为 bool
    v
TYPE x : {v}   # x 为 isOdd(int x), TYPE 为 bool
TYPE x = [v]   # x 为 myDict[bool], TYPE 为 string
TYPE x = [v]   # x 为 arr, TYPE 为 int[]
x : TYPE {v}    # x 为 isEven, TYPE 为  $x \Rightarrow$  这实际是半省略的形式，等价于  $\text{var } x \Rightarrow \text{var}$ 
x : TYPE {v}    # x 为 isEvenFoo, TYPE 为  $\text{int } x \Rightarrow \text{bool}$ 
.....
x : TYPE       # x 为 MY_COMPLEX, TYPE 为 <object>
    v
.....
```

在 **TYPE** 不完整时，如何推断？目前有 4 种可能：变量，函数，字典、类。

- 字典必须写明类型。于是解决字典的歧义。
- 类必须写明基类。于是解决类的歧义。
- 变量必须用  $A = B$  定义，函数必须用  $A : B$  定义。于是解决余下的歧义。