



การแข่งขันคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระหว่างโรงเรียนครั้งที่ 18: TUMSO 18<sup>th</sup>

วิชาคอมพิวเตอร์

เวลา 13:00 น. - 16:00 น.

รอบที่ 2

## Autocomplete (100 คะแนน)

1 second, 256 megabytes

ภาษา TUMSO (The Untyped Microlanguage without Strings and Objects) เป็นภาษาที่ใช้สำหรับการคำนวณจำนวนเต็ม

### ภาษา TUMSO

ไวยากรณ์ของภาษา TUMSO มีดังนี้ (ให้อ่าน ::= ว่า "คือ" และอ่าน | ว่า "หรือ")

```
<program> ::= <expression>

<expression> ::= <number>
                | TRUE
                | FALSE
                | <identifier>
                | (CALL <expression> <expression>)
                | (FUNCTION (<identifier>) <expression>)
                | (LET <identifier> = <expression> IN <expression>)
                | (IF <expression> THEN <expression> ELSE <expression>)
                | (PLUS <expression> <expression>)
                | (MINUS <expression> <expression>)
                | (IS_EQUAL <expression> <expression>)
```

- <number> เป็นจำนวนเต็ม ตัวอย่างเช่น -1234
- <identifier> เป็นชื่อตัวแปร ประกอบไปด้วยอักขระในช่วง a ถึง z และเครื่องหมาย \_ เช่น the\_sum\_of\_two\_numbers

โทเคนในภาษานี้ได้แก่ ตัวเลข TRUE FALSE CALL FUNCTION LET = IN IF THEN ELSE PLUS MINUS IS\_EQUAL และตัวแปร โดยโทเคนจะต้องถูกแยกออกจากกันด้วยช่องว่าง วงเล็บ หรืออักขระขึ้นบรรทัด



## การแข่งขันคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระหว่างโรงเรียนครั้งที่ 18: TUMSO 18<sup>th</sup>

วิชาคอมพิวเตอร์

เวลา 13:00 น. - 16:00 น.

รอบที่ 2

### ความหมายของโครงสร้างทางภาษา

- สำหรับตัวเลข และ TRUE กับ FALSE จะได้ค่าผลลัพธ์เป็นเป็นค่าตัวเลข ค่า TRUE หรือค่า FALSE นั้น ๆ
- สำหรับตัวแปร จะได้ค่าผลลัพธ์เป็นค่าที่ตัวแปรนั้นเก็บอยู่
- สำหรับ (CALL <f> <a>) ค่าผลลัพธ์ของ <f> ควรจะเป็นค่าฟังก์ชัน และได้ค่าผลลัพธ์เป็นค่าของการเรียกใช้ฟังก์ชันนั้น ด้วยพารามิเตอร์ซึ่งก็คือค่าผลลัพธ์ของ <a>
- สำหรับ (FUNCTION (<a>) <e>) จะได้ค่าผลลัพธ์เป็นค่าฟังก์ชันนั้น ๆ ที่มีพารามิเตอร์คือ <a> และเมื่อมีการเรียกฟังก์ชัน ด้วยพารามิเตอร์ <v> จะสร้างตัวแปร <a> ขึ้นมาเก็บค่า <v> และได้ค่าผลลัพธ์เป็น <e> (โดยที่ <a> สามารถถูกอ้างถึงได้ใน <e>)
- สำหรับ (LET <x> = <v> IN <e>) จะสร้างตัวแปร <x> ขึ้นมาเก็บค่าของ <v> และได้ค่าผลลัพธ์เป็น <e> (โดยที่ <x> สามารถถูกอ้างถึงได้ในทั้ง <v> และ <e>)
- สำหรับ (IF <cond> THEN <then> ELSE <else>) หาก <cond> มีค่าคือผลลัพธ์คือ TRUE จะได้ค่าผลลัพธ์เป็น <then> แต่หาก <cond> มีค่าคือผลลัพธ์คือ FALSE จะได้ค่าผลลัพธ์เป็น <else>
- สำหรับ (PLUS <a> <b>) ค่าผลลัพธ์ของ <a> และ <b> ควรจะเป็นตัวเลข และได้ค่าผลลัพธ์เป็น  $<a> + <b>$
- สำหรับ (MINUS <a> <b>) ค่าผลลัพธ์ของ <a> และ <b> ควรจะเป็นตัวเลข และได้ค่าผลลัพธ์เป็น  $<a> - <b>$
- สำหรับ (IS\_EQUAL <a> <b>) ค่าผลลัพธ์ของ <a> และ <b> ควรจะเป็นตัวเลข และได้ค่าผลลัพธ์เป็น TRUE หาก  $<a> = <b>$  และได้ค่าผลลัพธ์เป็น FALSE หาก  $<a> \neq <b>$



ตัวอย่างโปรแกรมในภาษา TUMSO

โปรแกรม	ผลลัพธ์
FALSE	FALSE
<pre>(LET a = 1 IN   (PLUS     (LET a = 2 IN a)     a))</pre>	3
<pre>(LET mult = (FUNCTION (a)   (FUNCTION (b)     (IF (IS_EQUAL 0 a)       THEN 0       ELSE (PLUS b (CALL (CALL mult b)         (MINUS a 1))))))   ) IN  (LET fact = (FUNCTION (n)   (IF (IS_EQUAL 0 n)     THEN 1     ELSE (CALL (CALL mult n)       (CALL fact         (MINUS n 1))))))   IN  (CALL fact 5)))</pre>	120
a	Error: `a` is undefined
<pre>(CALL 1 2)</pre>	Error: type mismatch



## การแข่งขันคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระหว่างโรงเรียนครั้งที่ 18: TUMSO 18<sup>th</sup>

วิชาคอมพิวเตอร์

เวลา 13:00 น. - 16:00 น.

รอบที่ 2

### Task

ปัญหาการเรียกใช้ตัวแปรที่ไม่ได้ถูกนิยามไว้เป็นปัญหาที่พบได้ในภาษาโปรแกรมส่วนใหญ่ รวมถึงภาษา TUMSO ด้วย (ดูตัวอย่างโปรแกรมที่ 4 เป็นต้น) บาง IDE (Integrated development environment) เช่น Eclipse ของภาษา Java มีเครื่องมือแนะนำตัวแปรที่สามารถใช้ได้ ในตำแหน่งที่เคอร์เซอร์กำลังอยู่ เพื่อที่คุณจะได้ไม่เขียนโปรแกรมผิดตั้งแต่แรก

```
1 package test;
2
3 public class Test {
4     public int test(int x) {
5         int y = x + 1;
6         if (y == 7) {
7             int z = 5;
8             y = z + 1;
9         } else {
10            int w = 4;
11            y = w + 2;
12        }
13    }
14    return y;
15 }
16 }
17 }
```

รูปที่ 1: ตัวอย่างโปรแกรม Eclipse ที่แนะนำตัวแปรที่สามารถใช้งานได้ ในตำแหน่งที่เคอร์เซอร์อยู่สำหรับภาษา Java

หน้าที่ของคุณคือให้เขียนโปรแกรมรับโค้ดที่ไม่สมบูรณ์ในภาษา TUMSO โดยมีสัญลักษณ์ # อยู่หนึ่งที่ในตำแหน่ง <expression> (แสดงถึงเคอร์เซอร์ในโปรแกรมที่กำลังเขียนอยู่) และแสดงผลตัวแปรทั้งหมดที่สามารถใช้ได้ ที่ตำแหน่ง #

### ข้อมูลนำเข้า

ประกอบไปด้วยโค้ดที่ไม่สมบูรณ์ในภาษา TUMSO ซึ่งมีอักขระ # อยู่หนึ่งที่ในตำแหน่ง <expression> และหากแทนที่อักขระ # ในโค้ดนี้ด้วย <expression> ใด ๆ (เช่น 0) จะทำให้กลายเป็นโปรแกรมที่มีไวยากรณ์ถูกต้องในภาษา TUMSO โค้ดนี้จึงมีความยาวที่บรรทัดก็ได้



## ข้อมูลส่งออก

มี  $n$  บรรทัด โดย  $n$  คือจำนวนตัวแปรที่สามารถใช้ได้ในแต่ละตำแหน่ง  $\#$  และแต่ละบรรทัดมีชื่อของตัวแปรที่สามารถใช้ได้ดังกล่าวในลำดับพจนานุกรม (lexicographic order)

## Constraints

โค้ดที่ให้จะมีขนาดไม่เกิน  $10^6$  ไบต์

## ตัวอย่างข้อมูลนำเข้าและข้อมูลส่งออก

ข้อมูลนำเข้า	ข้อมูลส่งออก
<pre>(LET mult = (FUNCTION (a)   (FUNCTION (b)     (IF (IS_EQUAL 0 a)       THEN 0       ELSE (PLUS b (CALL (CALL mult b)         (MINUS a 1))))))   ) IN  (LET fact = (FUNCTION (n)   (IF (IS_EQUAL 0 n)     THEN 1     ELSE (CALL (CALL mult n)       (CALL fact         (MINUS n 1))))))   IN  (CALL fact #)))</pre>	<pre>fact mult</pre>
<pre>(IF TRUE THEN a ELSE (LET x = 1 IN #))</pre>	<pre>x</pre>