

實驗二 ARM Assembly II

0610032 林仲偉

1. What 實驗要做什麼

熟悉基本 ARMv7 組合語言語法使用。

2. How 實驗要怎麼做

I. Postfix arithmetic (50%)

操作 **stack** 來完成 **postfix** 的加減法運算

每次都讀入一個字元(R2, in ascii value)，依照該字元決定操作。

```
load:
    ldrb r2, [r0, r1] //r2: byte loader
    cmp r2, #0 //0: end of string?
    beq save
    cmp r2, #32 //verifying the space
    beq next
    cmp r2, #43 //+
    beq ad
    cmp r2, #45 //-|
    beq sub_or_neg
    // check '-' is number or operation?
```

- **R2 不觸發上述任何 branch: 默認為數字，把 ascii 轉 int 後再 push**

```
atoi:
    //TODO: implement a "convert string to integer"
    ldrb r2, [r0, r1]
    cmp r2, #32
    beq back
    mul r3, r3, r5
    sub r2, r2, #48
    add r3, r3, r2
    add r1, r1, #1
    b atoi
back:
    bx lr //bx: branch by reg context
```

讀到空白字元時 **branch back**，否則就一直讀新值&舊值 \leq 舊值 $\times 10$ +新值

記得 **ascii** 要 -48 就能轉成單一字元表示的數字(0:9 = **ascii**(48:57))。

- **R2=0: 讀到 end of string**，就把 **stack** 內結果(應該只會剩一個)**pop** 並存入 **result**。

```
save:
    pop {r7}
    str r7, [r4]
    .....
```

- **R2=32: 讀到 space，直接繼續讀下一個。**

```
next:
    add r1, r1, #1 //skipping the space
    b load
```

- **R2=43: operation +: pop 兩個數字做運算再 push**

```
ad: //add and push back result
    pop {r8}
    pop {r7}
    add r7, r7, r8
    push {r7}
    b next
```

- **R2=45: 需要先看是 operation 還是 sign:**

再 load 下一個字元，如果是空格就是 operation; 否則是 sign

```
sub_or_neg:
    add r1, r1, #1
    ldrb r2, [r0, r1] //loading next byte to determine
    cmp r2, #32
    beq sb //it's sub
```

Operation:和+一樣，pop 兩個數字做運算再 push

```
sb:
    pop {r8}
    pop {r7}
    sub r7, r7, r8
    push {r7}
```

Sign: 和把 ascii 轉 int 後再 push 一樣，只是多了一個 RSB 來反轉正負

```
//otherwise it's neg
bl atoi // bl: update lr
rsb r3, r3, #0 //reverse
push {r3}
mov r3, #0
b next
```

- **每個區塊最後都要跳下一個字元: branch to “next”**

```
next:
    add r1, r1, #1 //skipping the space
    b load
```

最後結果:

The screenshot shows a debugger window with two panes. The left pane displays assembly code for a program named 'main.s'. The right pane shows a memory dump with addresses and values.

Assembly Code (main.s):

```

1  .syntax unified
2  .cpu cortex-m4
3  .thumb
4  .data
5  user_stack: .zero 128
6  expr_result: word 0
7  postfix_expr: .asciz "-100 10 20 + - 10 +" // no minus temporarily
8  .text
9  .global main
10 main:
11 LDR R0, =postfix_expr //r0: postfix_expr_ptr
12 LDR R4, =expr_result //r4: expr_result_ptr
13 MOV R6, #0 //r6: result reg
14 MOV R5, #10 //r5: constant (for MUL)
15 //TODO: Setup stack pointer to end of user_stack and calculate the

```

Memory Dump:

Address	Value
0x20000000	0
0x20000001	0
0x20000002	0
0x20000003	0
0x20000004	0
0x20000005	0
0x20000006	0
0x20000007	0
0x20000008	-120
0x20000009	824192288

II. 求最大公因數並計算最多用了多少 stack size (50%)

● Code:

```
1.syntax unified
2.cpu cortex-m4
3.thumb
4
5.data
6    result: .word 0
7    max_size: .word 0
8.text
9    m: .word 0x0C
10   n: .word 0x24
11.global main
12
13
14.exita:
15    mov r6, r1
16    pop {r7}
17    pop {pc}
18
19.exitb:
20    mov r6, r0
21    pop {r7}
22    pop {pc}
23
24.gcd:
25    mov r5, #1
26    cmp r0, #0    // a == 0
27    beq exita
28    cmp r1, #0    // b == 0
29    beq exitb
30    mov r2, r0
31    mov r3, r1
32    and r2, r2, #1 // a % 2 == 0
33    and r3, r3, #1 // b % 2 == 0
34    cmp r2, #0
35    beq state1
36    cmp r3, #0
37    beq state2
38    subs r4, r0, r1 // abs(a - b)
39    cmp r4, #0
40    it lt
41    neglt r4, r4
42    cmp r0, r1    // min(a, b)
43    it lt
44    movlt r1, r0
45    mov r0, r4
46    b next
47
48.state1:
49    lsr r0, #1
50    cmp r3, #0
51    it eq
52    moveq r5, #2
53    beq state2
54    b next
55
56.state2:
57    lsr r1, #1
58    b next
59
60.next:
61    push {lr}
62    push {r5}
63    add r8, r8, #2
64    bl gcd
65
66.right:
67    mul r6, r6, r7
68    pop {r7}
69    pop {pc}
70
71
72.main:
73    ldr r0, m
74    ldr r1, n
75    mov r8, #0
76    mov r9, #8
77    bl gcd
78    mul r6, r6, r7
79    mul r8, r8, r9
80    ldr r10, =result
81    ldr r11, =max_size
82    str r6, [r10]
83    str r8, [r11]
84    L: b L
```

● 主程式部分

1. 本程式使用了 r0 ~ r11 的 register，功能如下。

r0	儲存並運算 m 的值
r1	儲存並運算 n 的值
r2	m % 2 的結果
r3	n % 2 的結果
r4	abs(m, n)
r5	要儲存的乘數 (1 或 2)
r6	gcd 的結果
r7	被取出的乘數
r8	stack size
r9	儲存數字 8
r10	儲存 result 的位置
r11	儲存 max_size 的位置

2. 將 m 和 n 值讀入 r0 和 r1，跳至 gcd 進行運算。

3. Stein's algorithm 可被判斷式分為 6 種情況，其中 4 種須再次呼叫 gcd，在此介紹根據判斷式所跳至的區塊及其需進行的工作。

若 $r0 == 0$ ，跳至 exita: 將 r1 的值放入象徵 result 的 r6，將之前存的位置由 stack pop 出至 pc。

若 $r1 == 0$ ，跳至 exitb: 將 r0 的值放入象徵 result 的 r6，將之前存的位置由 stack pop 出至 pc。

若 $r0 \% 2 == 0$ ，跳至 state1: 將 r0 除以 2，判斷 r1 是不是同時也是偶數，若是，將乘數 r5 設定為 2，跳至 state2，若非，則跳至 next。

若 $r1 \% 2 == 0$ ，跳至 state2: 將 r1 除以 2，然後跳至 next。

若以上情況皆不符合，則將 r0 和 r1 設為 $\text{abs}(r1-r0)$ 和 $\text{min}(r1, r0)$

$\text{abs}(r1-r0)$ 的作法: 將兩者相減的結果與 0 比較，若小於 0 則使之 neg。

$\text{min}(r1, r0)$ 的作法: 將兩者相比，若 r0 較小則移入 r1，反之則不處理。

next: 進入此區塊表示需進行下次 gcd。將 lr 及乘數 r5 push 至 stack，並將紀錄 stack size 的 r8 加 2，利用 bl 重新跳至 gcd。

right: 由於 right 位於 next 下方，因此當 exita 或 exitb pop 出位置至 pc 後，便會跳至此區塊。將 r6 與乘數 r7 相乘，再 pop 出下次需要的位置和乘數。

4. 由於最初紀錄的乘數與返回 main 的位置同時被取出，未被計算到，因此返回 main 後，先將最後一次取出的乘數與 r6 相乘，得到正確的結果。再將記錄 stack size 的 r8 乘上 8 已表示 byte。最後再將此兩項存入 result 與 max_size 的位置即可完成。



3. Feedback 實驗心得或建議

Lab2 PDF 內，把 `ascii` 放在 `text section`(程式文字檔區)會被誤認為是 `instruction`.

```
6      expr_result.word 0
7  .text
8  .global main
9  postfix_expr: .ascii "100 10 20 + - 10 +" // no minus temporarily
10 main:
11     LDR R0, =postfix_expr
12
13 //TODO: Setup stack pointer to end of user_stack and calculate the
14 //expression using PUSH, POP operators, and store the result into expr_result
15     mov r1, #0 //an ASCII is 1B wide
16     ldr r2, [r0]
17     b atoi
18     .
19     .
20     .
21     .
22     .
23     .
24     .
25     .
26     .
27     .
28     .
29     .
30     .
31     .
32     .
33     .
34     .
35     .
36     .
37     .
38     .
39     .
40     .
41     .
42     .
43     .
44     .
45     .
46     .
47     .
48     .
49     .
50     .
51     .
52     .
53     .
54     .
55     .
56     .
57     .
58     .
59     .
60     .
61     .
62     .
63     .
64     .
65     .
66     .
67     .
68     .
69     .
70     .
71     .
72     .
73     .
74     .
75     .
76     .
77     .
78     .
79     .
80     .
81     .
82     .
83     .
84     .
85     .
86     .
87     .
88     .
89     .
90     .
91     .
92     .
93     .
94     .
95     .
96     .
97     .
98     .
99     .
100    .
101    .
102    .
103    .
104    .
105    .
106    .
107    .
108    .
109    .
110    .
111    .
112    .
113    .
114    .
115    .
116    .
117    .
118    .
119    .
120    .
121    .
122    .
123    .
124    .
125    .
126    .
127    .
128    .
129    .
130    .
131    .
132    .
133    .
134    .
135    .
136    .
137    .
138    .
139    .
140    .
141    .
142    .
143    .
144    .
145    .
146    .
147    .
148    .
149    .
150    .
151    .
152    .
153    .
154    .
155    .
156    .
157    .
158    .
159    .
160    .
161    .
162    .
163    .
164    .
165    .
166    .
167    .
168    .
169    .
170    .
171    .
172    .
173    .
174    .
175    .
176    .
177    .
178    .
179    .
180    .
181    .
182    .
183    .
184    .
185    .
186    .
187    .
188    .
189    .
190    .
191    .
192    .
193    .
194    .
195    .
196    .
197    .
198    .
199    .
200    .
201    .
202    .
203    .
204    .
205    .
206    .
207    .
208    .
209    .
210    .
211    .
212    .
213    .
214    .
215    .
216    .
217    .
218    .
219    .
220    .
221    .
222    .
223    .
224    .
225    .
226    .
227    .
228    .
229    .
230    .
231    .
232    .
233    .
234    .
235    .
236    .
237    .
238    .
239    .
240    .
241    .
242    .
243    .
244    .
245    .
246    .
247    .
248    .
249    .
250    .
251    .
252    .
253    .
254    .
255    .
256    .
257    .
258    .
259    .
260    .
261    .
262    .
263    .
264    .
265    .
266    .
267    .
268    .
269    .
270    .
271    .
272    .
273    .
274    .
275    .
276    .
277    .
278    .
279    .
280    .
281    .
282    .
283    .
284    .
285    .
286    .
287    .
288    .
289    .
290    .
291    .
292    .
293    .
294    .
295    .
296    .
297    .
298    .
299    .
300    .
301    .
302    .
303    .
304    .
305    .
306    .
307    .
308    .
309    .
310    .
311    .
312    .
313    .
314    .
315    .
316    .
317    .
318    .
319    .
320    .
321    .
322    .
323    .
324    .
325    .
326    .
327    .
328    .
329    .
330    .
331    .
332    .
333    .
334    .
335    .
336    .
337    .
338    .
339    .
340    .
341    .
342    .
343    .
344    .
345    .
346    .
347    .
348    .
349    .
350    .
351    .
352    .
353    .
354    .
355    .
356    .
357    .
358    .
359    .
360    .
361    .
362    .
363    .
364    .
365    .
366    .
367    .
368    .
369    .
370    .
371    .
372    .
373    .
374    .
375    .
376    .
377    .
378    .
379    .
380    .
381    .
382    .
383    .
384    .
385    .
386    .
387    .
388    .
389    .
390    .
391    .
392    .
393    .
394    .
395    .
396    .
397    .
398    .
399    .
400    .
401    .
402    .
403    .
404    .
405    .
406    .
407    .
408    .
409    .
410    .
411    .
412    .
413    .
414    .
415    .
416    .
417    .
418    .
419    .
420    .
421    .
422    .
423    .
424    .
425    .
426    .
427    .
428    .
429    .
430    .
431    .
432    .
433    .
434    .
435    .
436    .
437    .
438    .
439    .
440    .
441    .
442    .
443    .
444    .
445    .
446    .
447    .
448    .
449    .
450    .
451    .
452    .
453    .
454    .
455    .
456    .
457    .
458    .
459    .
460    .
461    .
462    .
463    .
464    .
465    .
466    .
467    .
468    .
469    .
470    .
471    .
472    .
473    .
474    .
475    .
476    .
477    .
478    .
479    .
480    .
481    .
482    .
483    .
484    .
485    .
486    .
487    .
488    .
489    .
490    .
491    .
492    .
493    .
494    .
495    .
496    .
497    .
498    .
499    .
500    .
501    .
502    .
503    .
504    .
505    .
506    .
507    .
508    .
509    .
510    .
511    .
512    .
513    .
514    .
515    .
516    .
517    .
518    .
519    .
520    .
521    .
522    .
523    .
524    .
525    .
526    .
527    .
528    .
529    .
530    .
531    .
532    .
533    .
534    .
535    .
536    .
537    .
538    .
539    .
540    .
541    .
542    .
543    .
544    .
545    .
546    .
547    .
548    .
549    .
550    .
551    .
552    .
553    .
554    .
555    .
556    .
557    .
558    .
559    .
560    .
561    .
562    .
563    .
564    .
565    .
566    .
567    .
568    .
569    .
570    .
571    .
572    .
573    .
574    .
575    .
576    .
577    .
578    .
579    .
580    .
581    .
582    .
583    .
584    .
585    .
586    .
587    .
588    .
589    .
590    .
591    .
592    .
593    .
594    .
595    .
596    .
597    .
598    .
599    .
600    .
601    .
602    .
603    .
604    .
605    .
606    .
607    .
608    .
609    .
610    .
611    .
612    .
613    .
614    .
615    .
616    .
617    .
618    .
619    .
620    .
621    .
622    .
623    .
624    .
625    .
626    .
627    .
628    .
629    .
630    .
631    .
632    .
633    .
634    .
635    .
636    .
637    .
638    .
639    .
640    .
641    .
642    .
643    .
644    .
645    .
646    .
647    .
648    .
649    .
650    .
651    .
652    .
653    .
654    .
655    .
656    .
657    .
658    .
659    .
660    .
661    .
662    .
663    .
664    .
665    .
666    .
667    .
668    .
669    .
670    .
671    .
672    .
673    .
674    .
675    .
676    .
677    .
678    .
679    .
680    .
681    .
682    .
683    .
684    .
685    .
686    .
687    .
688    .
689    .
690    .
691    .
692    .
693    .
694    .
695    .
696    .
697    .
698    .
699    .
700    .
701    .
702    .
703    .
704    .
705    .
706    .
707    .
708    .
709    .
710    .
711    .
712    .
713    .
714    .
715    .
716    .
717    .
718    .
719    .
720    .
721    .
722    .
723    .
724    .
725    .
726    .
727    .
728    .
729    .
730    .
731    .
732    .
733    .
734    .
735    .
736    .
737    .
738    .
739    .
740    .
741    .
742    .
743    .
744    .
745    .
746    .
747    .
748    .
749    .
750    .
751    .
752    .
753    .
754    .
755    .
756    .
757    .
758    .
759    .
760    .
761    .
762    .
763    .
764    .
765    .
766    .
767    .
768    .
769    .
770    .
771    .
772    .
773    .
774    .
775    .
776    .
777    .
778    .
779    .
780    .
781    .
782    .
783    .
784    .
785    .
786    .
787    .
788    .
789    .
790    .
791    .
792    .
793    .
794    .
795    .
796    .
797    .
798    .
799    .
800    .
801    .
802    .
803    .
804    .
805    .
806    .
807    .
808    .
809    .
810    .
811    .
812    .
813    .
814    .
815    .
816    .
817    .
818    .
819    .
820    .
821    .
822    .
823    .
824    .
825    .
826    .
827    .
828    .
829    .
830    .
831    .
832    .
833    .
834    .
835    .
836    .
837    .
838    .
839    .
840    .
841    .
842    .
843    .
844    .
845    .
846    .
847    .
848    .
849    .
850    .
851    .
852    .
853    .
854    .
855    .
856    .
857    .
858    .
859    .
860    .
861    .
862    .
863    .
864    .
865    .
866    .
867    .
868    .
869    .
870    .
871    .
872    .
873    .
874    .
875    .
876    .
877    .
878    .
879    .
880    .
881    .
882    .
883    .
884    .
885    .
886    .
887    .
888    .
889    .
890    .
891    .
892    .
893    .
894    .
895    .
896    .
897    .
898    .
899    .
900    .
901    .
902    .
903    .
904    .
905    .
906    .
907    .
908    .
909    .
910    .
911    .
912    .
913    .
914    .
915    .
916    .
917    .
918    .
919    .
920    .
921    .
922    .
923    .
924    .
925    .
926    .
927    .
928    .
929    .
930    .
931    .
932    .
933    .
934    .
935    .
936    .
937    .
938    .
939    .
940    .
941    .
942    .
943    .
944    .
945    .
946    .
947    .
948    .
949    .
950    .
951    .
952    .
953    .
954    .
955    .
956    .
957    .
958    .
959    .
960    .
961    .
962    .
963    .
964    .
965    .
966    .
967    .
968    .
969    .
970    .
971    .
972    .
973    .
974    .
975    .
976    .
977    .
978    .
979    .
980    .
981    .
982    .
983    .
984    .
985    .
986    .
987    .
988    .
989    .
990    .
991    .
992    .
993    .
994    .
995    .
996    .
997    .
998    .
999    .
1000   .
1001   .
1002   .
1003   .
1004   .
1005   .
1006   .
1007   .
1008   .
1009   .
1010   .
1011   .
1012   .
1013   .
1014   .
1015   .
1016   .
1017   .
1018   .
1019   .
1020   .
1021   .
1022   .
1023   .
1024   .
1025   .
1026   .
1027   .
1028   .
1029   .
1030   .
1031   .
1032   .
1033   .
1034   .
1035   .
1036   .
1037   .
1038   .
1039   .
1040   .
1041   .
1042   .
1043   .
1044   .
1045   .
1046   .
1047   .
1048   .
1049   .
1050   .
1051   .
1052   .
1053   .
1054   .
1055   .
1056   .
1057   .
1058   .
1059   .
1060   .
1061   .
1062   .
1063   .
1064   .
1065   .
1066   .
1067   .
1068   .
1069   .
1070   .
1071   .
1072   .
1073   .
1074   .
1075   .
1076   .
1077   .
1078   .
1079   .
1080   .
1081   .
1082   .
1083   .
1084   .
1085   .
1086   .
1087   .
1088   .
1089   .
1090   .
1091   .
1092   .
1093   .
1094   .
1095   .
1096   .
1097   .
1098   .
1099   .
1100   .
1101   .
1102   .
1103   .
1104   .
1105   .
1106   .
1107   .
1108   .
1109   .
1110   .
1111   .
1112   .
1113   .
1114   .
1115   .
1116   .
1117   .
1118   .
1119   .
1120   .
1121   .
1122   .
1123   .
1124   .
1125   .
1126   .
1127   .
1128   .
1129   .
1130   .
1131   .
1132   .
1133   .
1134   .
1135   .
1136   .
1137   .
1138   .
1139   .
1140   .
1141   .
1142   .
1143   .
1144   .
1145   .
1146   .
1147   .
1148   .
1149   .
1150   .
1151   .
1152   .
1153   .
1154   .
1155   .
1156   .
1157   .
1158   .
1159   .
1160   .
1161   .
1162   .
1163   .
1164   .
1165   .
1166   .
1167   .
1168   .
1169   .
1170   .
1171   .
1172   .
1173   .
1174   .
1175   .
1176   .
1177   .
1178   .
1179   .
1180   .
1181   .
1182   .
1183   .
1184   .
1185   .
1186   .
1187   .
1188   .
1189   .
1190   .
1191   .
1192   .
1193   .
1194   .
1195   .
1196   .
1197   .
1198   .
1199   .
1200   .
1201   .
1202   .
1203   .
1204   .
1205   .
1206   .
1207   .
1208   .
1209   .
1210   .
1211   .
1212   .
1213   .
1214   .
1215   .
1216   .
1217   .
1218   .
1219   .
1220   .
1221   .
1222   .
1223   .
1224   .
1225   .
1226   .
1227   .
1228   .
1229   .
1230   .
1231   .
1232   .
1233   .
1234   .
1235   .
1236   .
1237   .
1238   .
1239   .
1240   .
1241   .
1242   .
1243   .
1244   .
1245   .
1246   .
1247   .
1248   .
1249   .
1250   .
1251   .
1252   .
1253   .
1254   .
1255   .
1256   .
1257   .
1258   .
1259   .
1260   .
1261   .
1262   .
1263   .
1264   .
1265   .
1266   .
1267   .
1268   .
1269   .
1270   .
1271   .
1272   .
1273   .
1274   .
1275   .
1276   .
1277   .
1278   .
1279   .
1280   .
1281   .
1282   .
1283   .
1284   .
1285   .
1286   .
1287   .
1288   .
1289   .
1290   .
1291   .
1292   .
1293   .
1294   .
1295   .
1296   .
1297   .
1298   .
1299   .
1300   .
1301   .
1302   .
1303   .
1304   .
1305   .
1306   .
1307   .
1308   .
1309   .
1310   .
1311   .
1312   .
1313   .
1314   .
1315   .
1316   .
1317   .
1318   .
1319   .
1320   .
1321   .
1322   .
1323   .
1324   .
1325   .
1326   .
1327   .
1328   .
1329   .
1330   .
1331   .
1332   .
1333   .
1334   .
1335   .
1336   .
1337   .
1338   .
1339   .
1340   .
1341   .
1342   .
1343   .
1344   .
1345   .
1346   .
1347   .
1348   .
1349   .
1350   .
1351   .
1352   .
1353   .
1354   .
1355   .
1356   .
1357   .
1358   .
1359   .
1360   .
1361   .
1362   .
1363   .
1364   .
1365   .
1366   .
1367   .
1368   .
1369   .
1370   .
1371   .
1372   .
1373   .
1374   .
1375   .
1376   .
1377   .
1378   .
1379   .
1380   .
1381   .
1382   .
1383   .
1384   .
1385   .
1386   .
1387   .
1388   .
1389   .
1390   .
1391   .
1392   .
1393   .
1394   .
1395   .
1396   .
1397   .
1398   .
1399   .
1400   .
1401   .
1402   .
1403   .
1404   .
1405   .
1406   .
1407   .
1408   .
1409   .
1410   .
1411   .
1412   .
1413   .
1414   .
1415   .
1416   .
1417   .
1418   .
1419   .
1420   .
1421   .
1422   .
1423   .
1424   .
1425   .
1426   .
1427   .
1428   .
1429   .
1430   .
1431   .
1432   .
1433   .
1434   .
1435   .
1436   .
1437   .
1438   .
1439   .
1440   .
1441   .
1442   .
1443   .
1444   .
1445   .
1446   .
1447   .
1448   .
1449   .
1450   .
1451   .
1452   .
1453   .
1454   .
1455   .
1456   .
1457   .
1458   .
1459   .
1460   .
1461   .
1462   .
1463   .
1464   .
1465   .
1466   .
1467   .
1468   .
1469   .
1470   .
1471   .
1472   .
1473   .
1474   .
1475   .
1476   .
1477   .
1478   .
1479   .
1480   .
1481   .
1482   .
1483   .
1484   .
1485   .
1486   .
1487   .
1488   .
1489   .
1490   .
1491   .
1492   .
1493   .
1494   .
1495   .
1496   .
1497   .
1498   .
1499   .
1500   .
1501   .
1502   .
1503   .
1504   .
1505   .
1506   .
1507   .
1508   .
1509   .
1510   .
1511   .
1512   .
1513   .
1514   .
1515   .
1516   .
1517   .
1518   .
1519   .
1520   .
1521   .
1522   .
1523   .
1524   .
1525   .
1526   .
1527   .
1528   .
1529   .
1530   .
1531   .
1532   .
1533   .
1534   .
1535   .
1536   .
1537   .
1538   .
1539   .
1540   .
1541   .
1542   .
1543   .
1544   .
1545   .
1546   .
1547   .
1548   .
1549   .
1550   .
1551   .
1552   .
1553   .
1554   .
1555   .
1556   .
1557   .
1558   .
1559   .
1560   .
1561   .
1562   .
1563   .
1564   .
1565   .
1566   .
1567   .
1568   .
1569   .
1570   .
1571   .
1572   .
1573   .
1574   .
1575   .
1576   .
1577   .
1578   .
1579   .
1580   .
1581   .
1582   .
1583   .
1584   .
1585   .
1586   .
1587   .
1588   .
1589   .
1590   .
1591   .
1592   .
1593   .
1594   .
1595   .
1596   .
1597   .
1598   .
1599   .
1600   .
1601   .
1602   .
1603   .
1604   .
1605   .
1606   .
1607   .
1608   .
1609   .
1610   .
1611   .
1612   .
1613   .
1614   .
1615   .
1616   .
1617   .
1618   .
1619   .
1620   .
1621   .
1622   .
1623   .
1624   .
1625   .
1626   .
1627   .
1628   .
1629   .
1630   .
1631   .
1632   .
1633   .
1634   .
1635   .
1636   .
1637   .
1638   .
1639   .
1640   .
1641   .
1642   .
1643   .
1644   .
1645   .
1646   .
1647   .
1648   .
1649   .
1650   .
1651   .
1652   .
1653   .
1654   .
1655   .
1656   .
1657   .
1658   .
1659   .
1660   .
1661   .
1662   .
1663   .
1664   .
1665   .
1666   .
1667   .
1668   .
1669   .
1670   .
1671   .
1672   .
1673   .
1674   .
1675   .
1676   .
1677   .
1678   .
1679   .
1680   .
1681   .
1682   .
1683   .
1684   .
1685   .
1686   .
1687   .
1688   .
1689   .
1690   .
1691   .
1692   .
1693   .
1694   .
1695   .
1696   .
1697   .
1698   .
1699   .
1700   .
1701   .
1702   .
1703   .
1704   .
1705   .
1706   .
1707   .
1708   .
1709   .
1710   .
1711   .
1712   .
1713   .
1714   .
1715   .
1716   .
1717   .
1718   .
1719   .
1720   .
1721   .
1722   .
1723   .
1724   .
1725   .
1726   .
1727   .
1728   .
1729   .
1730   .
1731   .
1732   .
1733   .
1734   .
1735   .
1736   .
1737   .
1738   .
1739   .
1740   .
1741   .
1742   .
1743   .
1744   .
1745   .
1746   .
1747   .
1748   .
1749   .
1750   .
1751   .
1752   .
1753   .
1754   .
1755   .
1756   .
1757   .
1758   .
1759   .
1760   .
1761   .
1762   .
1763   .
1764   .
1765   .
1766   .
1767   .
1768   .
1769   .
1770   .
1771   .
1772   .
1773   .
1774   .
1775   .
1776   .
1777   .
1778   .
1779   .
1780   .
1781   .
1782   .
1783   .
1784   .
1785   .
1786   .
1787   .
1788   .
1789   .
1790   .
1791   .
1792   .
1793   .
1794   .
1795   .
1796   .
1797   .
1798   .
1799   .
1800   .
1801   .
1802   .
1803   .
1804   .
1805   .
1806   .
1807   .
1808   .
1809   .
1810   .
1811   .
1812   .
1813   .
1814   .
1815   .
1816   .
1817   .
1818   .
1819   .
1820   .
1821   .
1822   .
1823   .
1824   .
1825   .
1826   .
1827   .
1828   .
1829   .
1830   .
1831   .
1832   .
1833   .
1834   .
1835   .
1836   .
1837   .
1838   .
1839   .
1840   .
1841   .
1842   .
1843   .
1844   .
1845   .
1846   .
1847   .
1848   .
1849   .
1850   .
1851   .
1852   .
1853   .
1854   .
1855   .
1856   .
1857   .
1858   .
1859   .
1860   .
1861   .
1862   .
1863   .
1864   .
1865   .
1866   .
1867   .
1868   .
1869   .
1870   .
1871   .
1872   .
1873   .
1874   .
1875   .
1876   .
1877   .
1878   .
1879   .
1880   .
1881   .
1882   .
1883   .
1884   .
1885   .
1886   .
1887   .
1888   .
1889   .
1890   .
1891   .
1892   .
189
```