

認識 C 語言

C語言的起源

- C 語言是 Dennis Ritchie 博士於 1972 年在貝爾實驗室開發出來的程式語言
- C 語言的前身為 B 語言, 冷知識:C 語言最初被 Dennis Ritchie 稱為 NB(“New B”)
- 後來貝爾實驗室的人員利用C語言開發Unix作業系統, 這也讓C語言與系統程式有著密切的關係

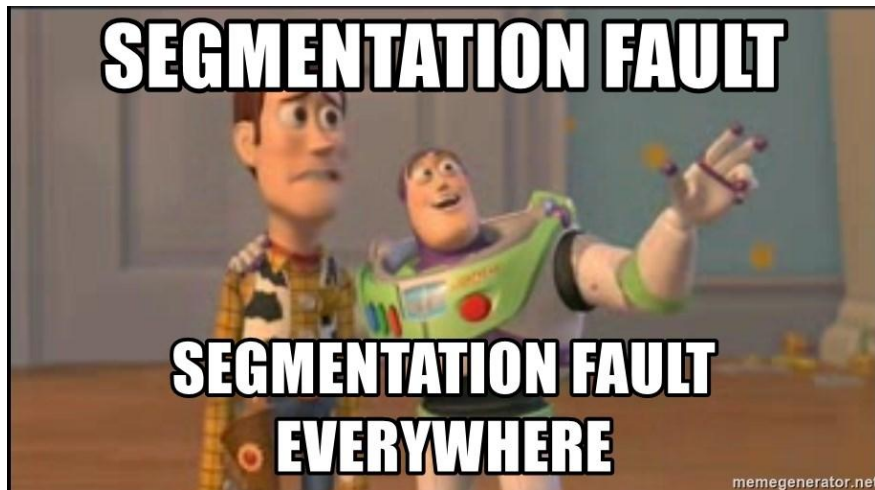
C語言特色以及強項

- 高階語言
- 編譯式語言
- Low-level (相較其他高階程式語言)
- 所需空間小
- 程式格式較為自由 (The International Obfuscated C Code Contest <https://www.ioccc.org/>)
- 效率高 (執行效率高、所需記憶體空間少)
- 移植性高
- 與 Unix 整合性高

```
1  /*  
2  +  
3  +  
4  +  
5  +  
6  +  
7  +  
8  +  
9  +  
10 +  
11 +  
12 +  
13 +  
14 +  
15 +  
16 +  
17 +  
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 +<
```

C語言弱點

- programmer 需親自管理 memory 空間, 許多神奇的 bug 都是因為沒有管理好 memory 空間出現的 :)
- 寫出來的程式比較難懂 (相較 OOP 程式語言而來, 但 OOP 也有缺點)



編譯器 Compiler v.s. 直譯器 Interpreter

- 兩者都是用來把高階程式語言轉化成電腦看的懂的軟體程式
- 主要差別在
 - 直譯器 Interpreter 是直接將原始檔(source code)程式碼一行一行檢查語法, 並執行 => 使用資源效率差
 - 編譯器 Compiler 會先將source code編譯成可執行檔(executable file)之後在執行 executable file => 使用資源效率好
 - 使用直譯器的語言: Python, Javascript
 - 使用編譯器的語言: C, C++, Rust, Go

各種各樣的程式語言: <https://www.youtube.com/watch?v=pEfrdAtAmgk>

高階語言之間的效率比較

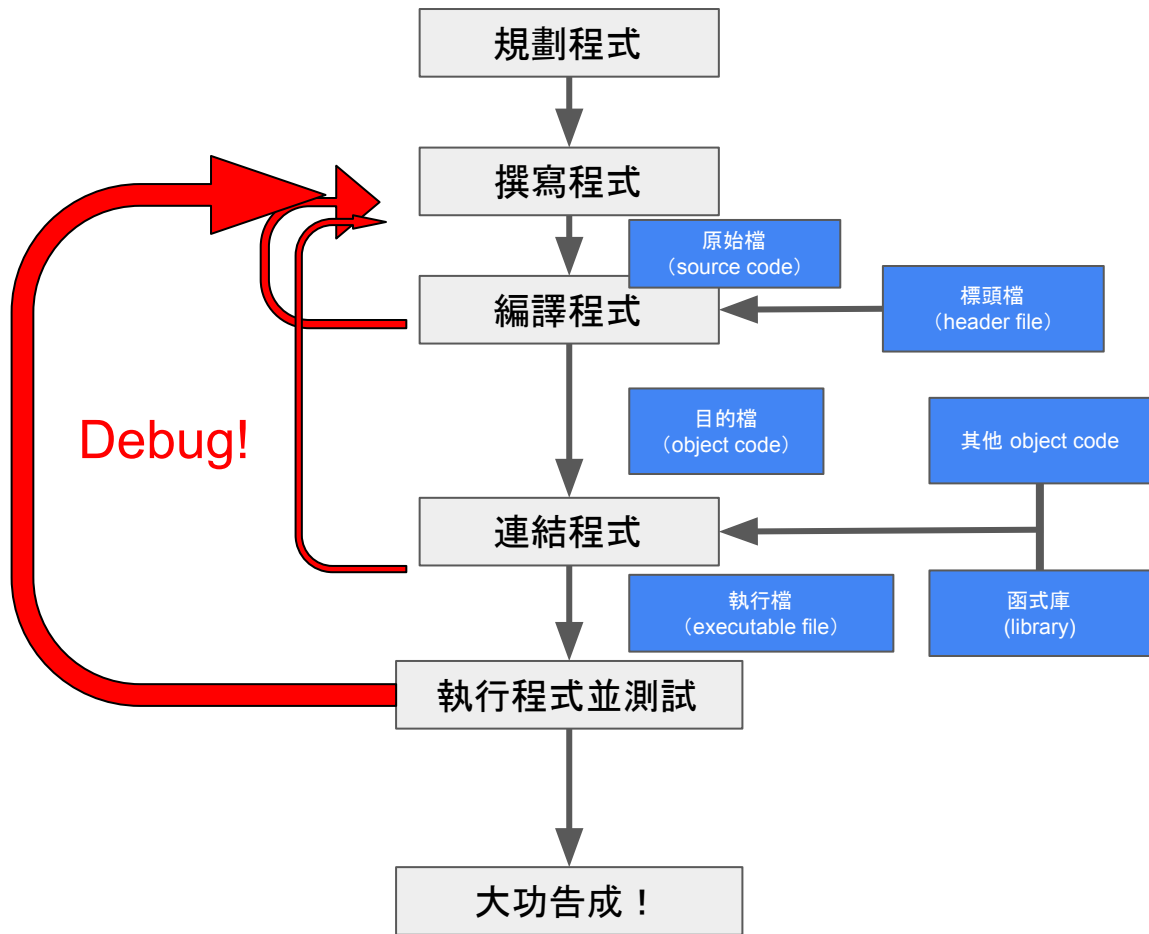
Table 4. Normalized global results for Energy, Time, and Memory

Total					
	Energy		Time		Mb
(c) C	1.00	(c) C	1.00	(c) Pascal	1.00
(c) Rust	1.03	(c) Rust	1.04	(c) Go	1.05
(c) C++	1.34	(c) C++	1.56	(c) C	1.17
(c) Ada	1.70	(c) Ada	1.85	(c) Fortran	1.24
(v) Java	1.98	(v) Java	1.89	(c) C++	1.34
(c) Pascal	2.14	(c) Chapel	2.14	(c) Ada	1.47
(c) Chapel	2.18	(c) Go	2.83	(c) Rust	1.54
(v) Lisp	2.27	(c) Pascal	3.02	(v) Lisp	1.92
(c) Ocaml	2.40	(c) Ocaml	3.09	(c) Haskell	2.45
(c) Fortran	2.52	(v) C#	3.14	(i) PHP	2.57
(c) Swift	2.79	(v) Lisp	3.40	(c) Swift	2.71
(c) Haskell	3.10	(c) Haskell	3.55	(i) Python	2.80
(v) C#	3.14	(c) Swift	4.20	(c) Ocaml	2.82
(c) Go	3.23	(c) Fortran	4.20	(v) C#	2.85
(i) Dart	3.83	(v) F#	6.30	(i) Hack	3.34
(v) F#	4.13	(i) JavaScript	6.52	(v) Racket	3.52
(i) JavaScript	4.45	(i) Dart	6.67	(i) Ruby	3.97
(v) Racket	7.91	(v) Racket	11.27	(c) Chapel	4.00
(i) TypeScript	21.50	(i) Hack	26.99	(v) F#	4.25
(i) Hack	24.02	(i) PHP	27.64	(i) JavaScript	4.59
(i) PHP	29.30	(v) Erlang	36.71	(i) TypeScript	4.69
(v) Erlang	42.23	(i) Jruby	43.44	(v) Java	6.01
(i) Lua	45.98	(i) TypeScript	46.20	(i) Perl	6.62
(i) Jruby	46.54	(i) Ruby	59.34	(i) Lua	6.72
(i) Ruby	69.91	(i) Perl	65.79	(v) Erlang	7.20
(i) Python	75.88	(i) Python	71.90	(i) Dart	8.64
(i) Perl	79.58	(i) Lua	82.91	(i) Jruby	19.84

source:

https://greenlab.di.uminho.pt/wp-content/uploads/2017/10/sleFinal.pdf?utm_source=thenewstack&utm_medium=website&utm_campaign=platform

寫C語言程式流程



什麼是 debug ?



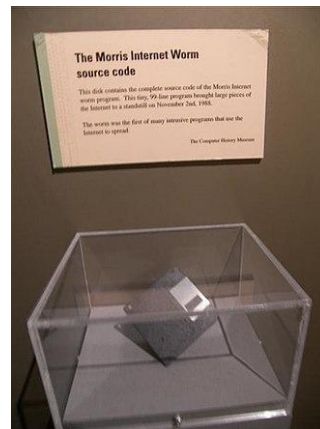
- debug 可拆解為 "de" + "bug", "de" 在英文的字首有 "去除" 的意思
- bug 通稱為程式中不符合預期的狀況、錯誤



<https://en.wikipedia.org/wiki/Debugging>



The Mariner 1 Spacecraft, 1962



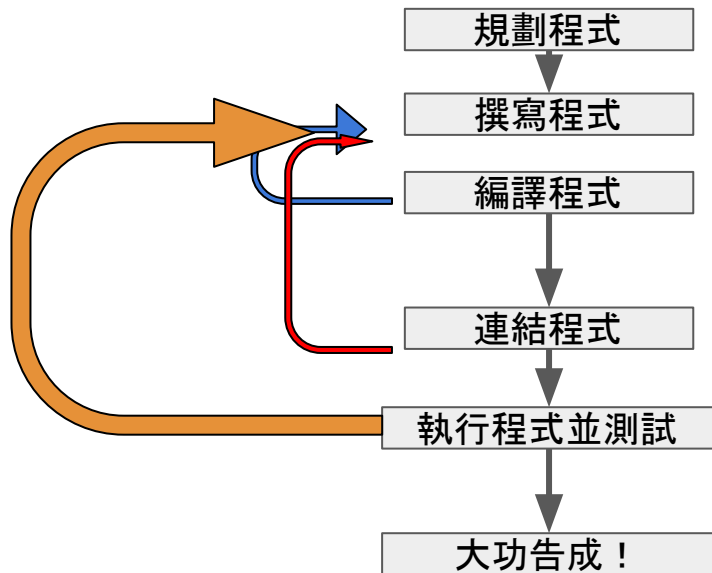
Morris worm



pentium fdiv bug

Bug 分類

- **Syntax Error** (語法錯誤): 語法用錯, 或者是少打一些東西
- **Sementic Error** (語意錯誤): 執行時發生的 bug, 指一些與預期狀況不合的bug, 又被稱作邏輯錯誤



參考資料

- C語言教學手冊(四版) 洪維恩 著
- 成大資工程式設計(一)講義 蔡孟勳教授