

# Lab 6: Boggle

Me			9		Computer			56	
lean	peel	clean			elan	celeb	cape	capelan	capo
pace	pent	lent			cent	cento	alee	alec	anele
bent	clan				leant	lane	leap	lento	peace
					pele	penal	hale	hant	neap
					bleep	blae	blah	blent	becap
					benthal	bott	open	thae	than
					thane	toecap	toea	tope	topee
					toby				

## Boggle 游戏

你这次的任务是实现一个通过命令行交互的 Boggle 游戏。Boggle 是一个棋盘游戏。在  $N \times N$  的棋盘上排列了  $N \times N$  个英文大写字母。玩家通过连线的方式，将相邻的字母组成英文单词，获得分数。当玩家无法找到更多单词后，将由电脑找出剩余所有单词。上图为该游戏的 GUI 版本，你本次需要实现的是一个命令行版本。

## 玩家回合

在玩家的回合，Boggle 应首先展示当前的状态，此后等待一行用户的输入。

当前状态包括以下内容：

- 前  $N$  行表示  $N \times N$  的棋盘内容；
- 此后一行为用户得分；
- 最后一行为用户已经找到的单词列表。

用户输入包括两种情况：

- 一行只包括三个问号 “???” 的输入表示用户已经无法找到单词，进入到电脑回合；
- 其余情况为用户尝试查找的单词。

一个可以获得分数的单词应满足以下条件（请按照此顺序进行检查）：

- 单词至少有四个字母长；

- 单词应包含在英语词典中；
- 在棋盘上有至少一个条路径可以组成该单词（由相邻的字母组成，且每个格子最多使用一次）；
- 单词此前并未被玩家的找到过（即使在棋盘上有一个或多个路径来形成相同的单词，该单词最多被计算一次）。

如果其中任何一个条件不合格，则尝试失败，打印出相应出错信息。

如果单词可以获得分数，则需要将该单词添加到玩家已找到的单词列表之中，并增加玩家分数。单词的长度决定了分数：4 个字母的单词得 1 分，5 个字母得 2 分，以此类推。

除非玩家的输入为“???”，否则一个玩家回合结束后，下一个回合依然是玩家回合。

## 电脑回合

在电脑回合，你将使用算法搜索整个棋盘，找出玩家遗漏的剩余单词。每找到一个符合要求的单词（最小长度，包含在英语词典中，尚未找到，并且可以在棋盘上形成），电脑同样会获得分数。

你需要使用递归算法进行搜索，其中可以使用各种剪枝方法加快搜索的过程。如，在找到了一条以 zx 开头的路径，可以通过词典的 `containsPrefix` 成员函数，查看词典中是否有以 zx 开头的单词，如果没有，则无需继续搜索此路径。

在电脑找出所有剩余单词之后，应打印两行信息，并结束程序。

- 第一行为电脑所找到单词的分数；
- 第二行为电脑所找到的剩余单词的列表。

## 词典信息

在 Boggle 中，共有 12 万多个单词被认为是合法的单词，包含在一个名为 `EnglishWords.txt` 文件中。

我们提供了一个辅助类 `Lexicon`，可以用于读取该文件，并提供 `contains` 和 `containsPrefix` 等函数帮助你在词典中进行单词查找。

Boggle 游戏中单词是大小写不敏感的。因此 `PEACE` 和 `peace` 和 `pEaCe` 被认为是相同的，但是在显示时应满足：

- 当前状态中棋盘上的字母为大写；

- 用户找到的单词列表中的单词为全小写，且单词以被找到的顺序显示，先找到的单词先显示；
- 电脑找到的单词列表中的单词为全大写，且单词以字典序从小到大显示。

## 棋盘输入

为了减轻大家的工作量且便于测试，棋盘上的字母排列由标准输入给出。

在标准输入的第一行，为一个数字 N。

此后的 N 行，每行为一个长度为 N，且只包含大写英文字母的字符串。

读入完毕后，游戏自动开始，你的程序应开始进入玩家回合。

## 推荐的编写步骤

推荐按照以下步骤进行游戏的实现：

- 首先打印出当前状态；
- 编写一个循环，允许用户多次输入；
- 判断用户输入是否可以获得分数，包括编写递归算法检测单词是否在棋盘上；
- 编写递归算法，处理电脑回合。

## 提交要求

由于本题目内容较简单，请将所有代码写在一个名为 “boggle.cpp” 的文件中，并只提交该文件。该文件可以直接引用 “lexicon.h” 文件，以使用 Lexicon 中的功能。“EnglishWords.txt” 文件会放在运行的工作目录中，因此你可以直接使用 “./EnglishWords.txt” 作为其路径。

```
bash-3.2$ ./boggle.exe
5
EEIRD
AGMRS
CIILN
DLOTE
FRWOT
EEIRD
AGMRS
```

CIILN  
DLOTE  
FRWOT  
Your Score: 0  
Your Words:  
guess  
guess is not on board.  
EEIRD  
AGMRS  
CIILN  
DLOTE  
FRWOT  
Your Score: 0  
Your Words:  
word  
EEIRD  
AGMRS  
CIILN  
DLOTE  
FRWOT  
Your Score: 1  
Your Words: word  
acid  
EEIRD  
AGMRS  
CIILN  
DLOTE  
FRWOT  
Your Score: 2  
Your Words: word acid  
lica  
lica is not a word.  
EEIRD  
AGMRS  
CIILN  
DLOTE  
FRWOT  
Your Score: 2  
Your Words: word acid  
woolens  
EEIRD  
AGMRS  
CIILN  
DLOTE  
FRWOT  
Your Score: 6  
Your Words: word acid woolens  
totel  
totel is not a word.  
EEIRD  
AGMRS

CIILN  
DLOTE  
FRWOT  
Your Score: 6  
Your Words: word acid woolens  
lote  
lote is not a word.  
EEIRD  
AGMRS  
CIILN  
DLOTE  
FRWOT  
Your Score: 6  
Your Words: word acid woolens  
woolens  
woolens is already found.  
EEIRD  
AGMRS  
CIILN  
DLOTE  
FRWOT  
Your Score: 6  
Your Words: word acid woolens  
woot  
woot is not a word.  
EEIRD  
AGMRS  
CIILN  
DLOTE  
FRWOT  
Your Score: 6  
Your Words: word acid woolens  
lene  
lene is not a word.  
EEIRD  
AGMRS  
CIILN  
DLOTE  
FRWOT  
Your Score: 6  
Your Words: word acid woolens  
toe  
toe is too short.  
EEIRD  
AGMRS  
CIILN  
DLOTE  
FRWOT  
Your Score: 6  
Your Words: word acid woolens  
???

Computer Score: 191

Computer Words: AGEE AGILE AGIO AIOLI CAGE CAID CLIME CLOOT  
CLOT DIGIT DIME DIOL DIOLS DROIT EMIC EMIR EMIRS EMIT ENTOIL  
ENTOILS FLIC FLIT FLITE FLOW FROLIC FROW GILD GILT GIMLET  
GIRD GIRDS GIRL GIRLS GIRN GIRNS ILIA ILIAC IMID IOLITE LENS  
LENT LENTIL LENTO LENTOID LILT LIME LIMIT LITTEN LOOT LORD  
LOTI LOTTO MICA MILD MILE MILIA MILO MILORD MILS MILT MIRI  
MIRS MITE MITT MITTEN MITTENS NETT OILS OLEO OOLITE OTTO  
RIGID RILE RIME RIOT RITE ROIL ROILS ROLE ROOT ROOTLET ROTE  
ROTL ROTLS ROTO ROTTE ROTTEN SLIM SLIME SLIT SLOID SLOT SLOW  
TELOI TELS TENS TENT TILE TILS TIME TIMID TIRL TIRLS TOIL  
TOILE TOILET TOILS TOLD TOLE TOOL TOOLS TOOT TOOTLE TOTE WOLD  
WOLF WOOL WOOLEN WOOLS WORLD WROTE

bash-3.2\$