

4. 栈与队列

(c2) 栈应用：括号匹配

邓俊辉

deng@tsinghua.edu.cn

实例

❖ $(a[i-1][j+1]) + a[i+1][j-1]) * 2$

//失配

$(a[i-1][j+1] + a[i+1][j-1]) * 2$

//匹配

❖ 观察：除了各种括号，其余符号均可暂时忽略

$([] []) [] [])$

//失配

$([] [] [] [])$

//匹配

尝试

0) 平凡： 无括号的表达式是匹配的

1) 减治？ 匹配，仅当 $($ $)$ 匹配

2) 分治？ 和 均匹配，仅当 匹配

❖ 然而，根据以上性质，却不易直接应用已知的策略

❖ 究其根源在于，1) 和 2) 均为 **必要性**，比如反例：

<input type="text" value="(() ()) ()"/>	=	<input type="text" value="((() ()) ()"/>
<input type="text" value="(() ()) ()"/>	=	<input type="text" value="(()) () ()"/>

❖ 而为使问题有效简化，必须发现并借助 **充分性**

构思

❖ 颠倒以上思路：消去一对**紧邻**的左右括号，不影响全局的匹配判断

亦即：

L

()

R

 匹配，仅当

L

R

 匹配

❖ 那么，如何找到这对括号？

再者，如何使问题的这种简化得以持续进行？

❖ 顺序扫描表达式，用栈记录已扫描的部分

//实际上只需记录左括号

反复迭代：凡遇

(

，则进栈；凡遇

)

，则出栈



实现

```
❖ bool paren(const char exp[], int lo, int hi) { //exp[lo, hi)

    Stack<char> S; //使用栈记录已发现但尚未匹配的左括号

    for (int i = lo; i < hi; i++) //逐一检查当前字符

        if ( '(' == exp[i] ) S.push( exp[i] ); //遇左括号：则进栈

        else if ( !S.empty() ) S.pop(); //遇右括号：若占非空，则弹出左括号

        else return false; //否则（遇右括号时栈已空），必不匹配

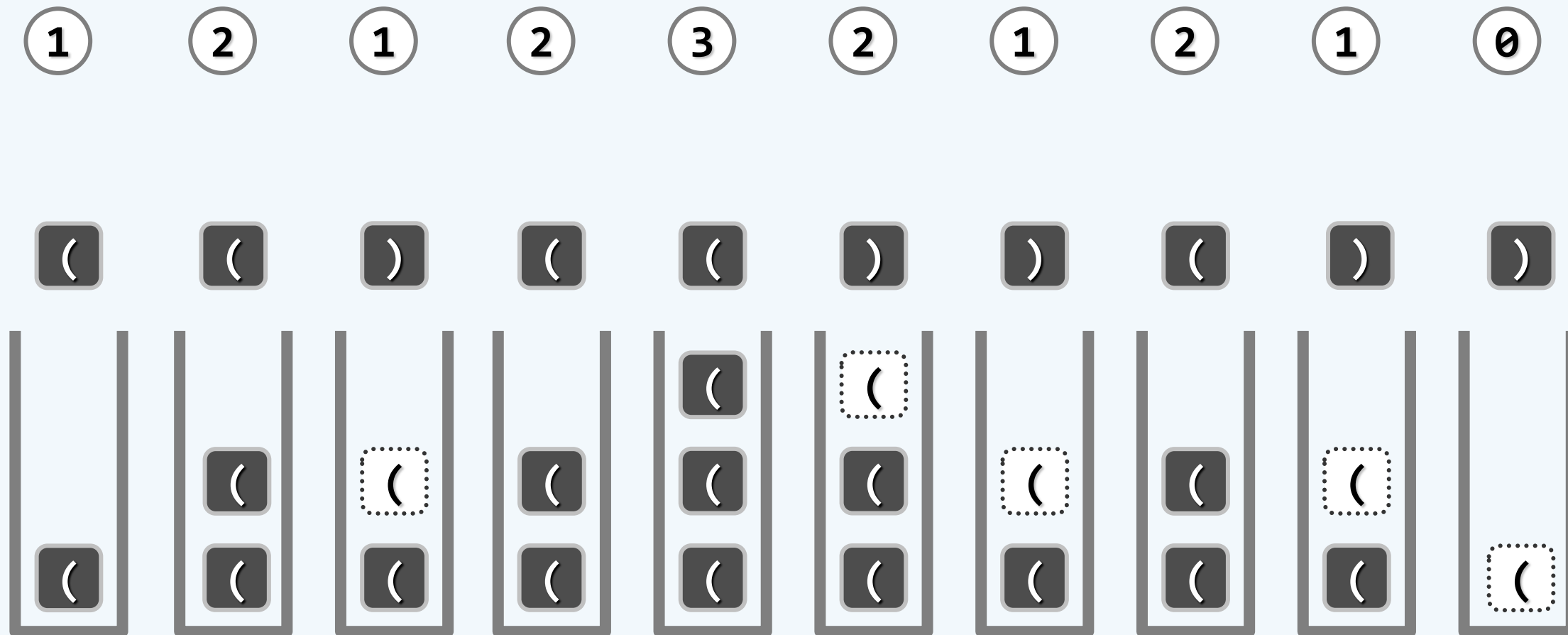
    return S.empty(); //最终，栈空当且仅当匹配

}
```

实例

❖ 实际上，若仅考虑一种括号，只需一个计数器足矣

//S.size()



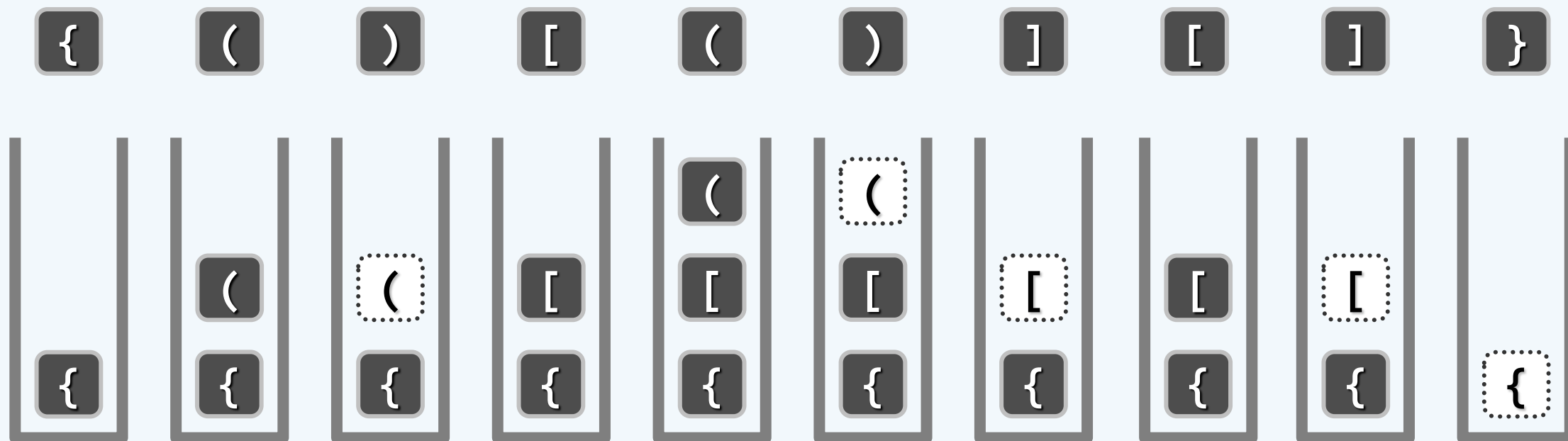
拓展

❖ 以上思路及算法，可便捷地推广至多种括号并存的情况

❖ 可否，使用多个计数器？不行，反例：[(])

❖ 甚至，只需约定“括号”的通用格式，而不必事先固定括号的类型与数目

比如：`<body>|</body>`，`<h1>|</h1>`，`|`，`<p>|</p>`，`|`，...



拓展

❖ 按字典序，**枚举**由 n 对匹配括号组成的所有表达式

ACP-v4-f4-p5, Algorithm **P**

I. Semba, 1981

❖ 在由 n 对匹配括号组成的所有表达式中，按字典序取出**第 N 个**

ACP-v4-f4-p14, Algorithm **U**

F. Ruskey, 1978

❖ 在由 n 对匹配括号组成的所有表达式中，**等概率**地随机任选其一

ACP-v4-f4-p15, Algorithm **W**

D. B. Arnold & M. R. Sleep, 1980

❖ 由算法U，不是可以直接实现算法W的功能吗？

后者存在的意义何在？