第一次作业-调研报告

2113353 张一帆

Github Copilot

产品概述

GitHub Copilot 是一款 AI 编码助手，可帮助你更快、更省力地编写代码，从而将更多精力集中在问题解决和协作上。 Copilot 会在你键入时提供编码建议：有时是当前行的补全，有时是全新的代码块。 可以接受全部或部分建议，也可以忽略建议并继续键入。

使用聊天功能，可以询问 Copilot 解决问题的最佳方法。 或者，也可以要求 Copilot 解释其他人的代码。 如果你的代码有错误，可以询问 Copilot 如何修复它。

GitHub Copilot 已被证明可以提高开发人员的工作效率并加快软件开发的步伐。

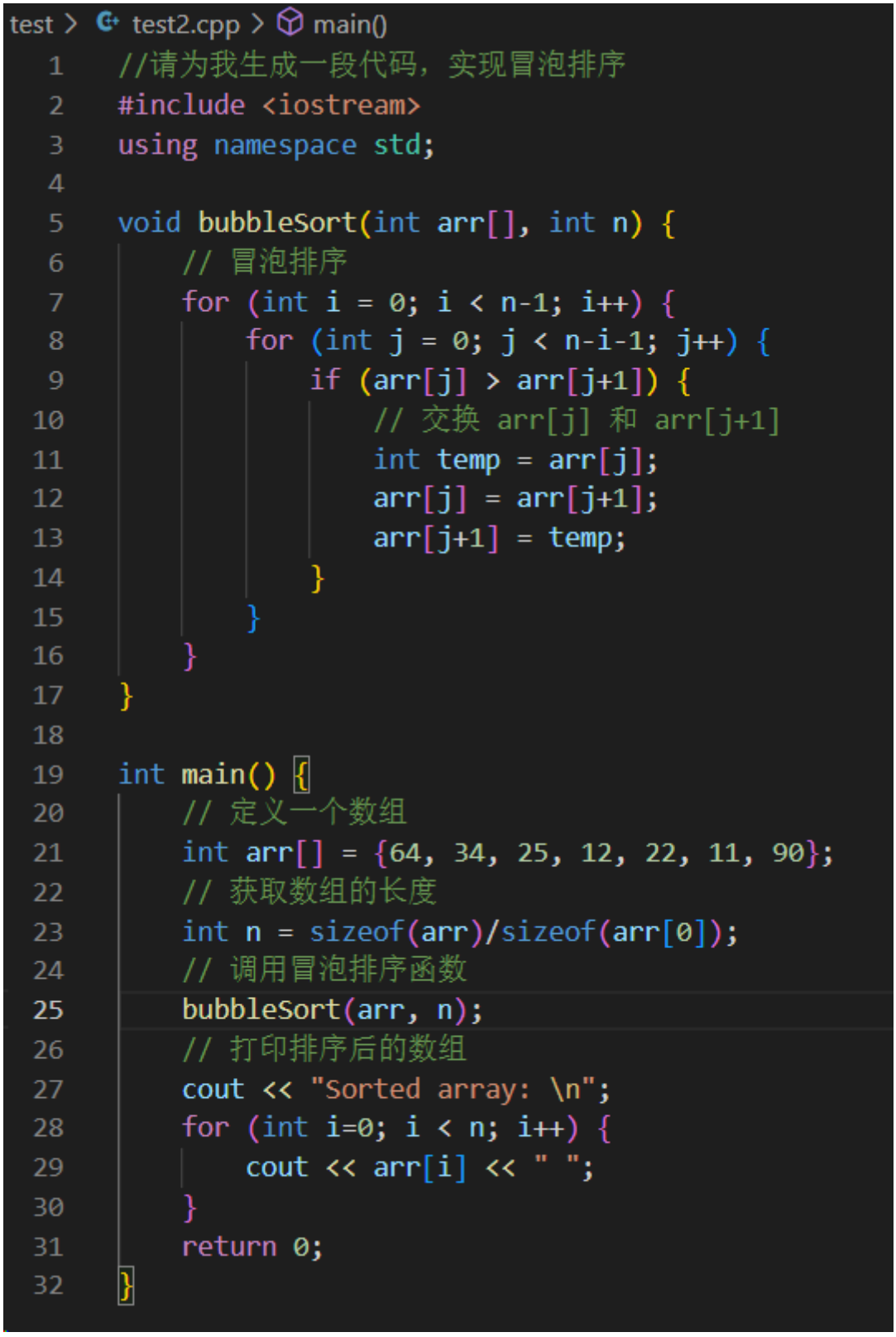
代码生成

利用注释生成：

中文注释

生成代码速度相对较快，且一次提示给出的代码较为完整

给出了较为详细的注释，代码可读性好



英文注释

能够正确识别，生成速度和内容与中文注释相似

test > test.cpp > main()

```cpp
//Please generate a code snippet for me to implement bubble sort.

#include <iostream>
using namespace std;

void bubbleSort(int arr[], int n) {
    // 冒泡排序
    for (int i = 0; i < n-1; i++) {
        for (int j = 0; j < n-i-1; j++) {
            if (arr[j] > arr[j+1]) {
                // 交换 arr[j] 和 arr[j+1]
                int temp = arr[j];
                arr[j] = arr[j+1];
                arr[j+1] = temp;
            }
        }
    }
}

int main() {
    // 定义一个数组
    int arr[] = {64, 34, 25, 12, 22, 11, 90};
    // 获取数组的长度
    int n = sizeof(arr)/sizeof(arr[0]);
    // 调用冒泡排序函数
    bubbleSort(arr, n);
    // 打印排序后的数组
    cout << "Sorted array: \n";
    for (int i=0; i < n; i++) {
        cout << arr[i] << " ";
    }
    return 0;
}
```

补全代码

对于冒泡函数缺失的部分，可根据上下文进行补全

```
15  void bubbleSort(int arr[], int n) {
16      for (int i=0; i < n-1; i++) {
17          for (int j=0; j < n-i-1; j++) {
18              if (arr[j] > arr[j+1]) {
19                  // Swap the elements
                    int temp = arr[j];
                    arr[j] = arr[j+1];
                    arr[j+1] = temp;
20              }
21          }
22      }
23  }
```

内联聊天

可在代码的任意位置开始内联聊天，智能问答更具针对性，同时更加灵活

代码解释

利用Copilot Chat对之前的冒泡排序代码进行解释

首先对代码的主体功能进行阐述，之后分别解释每个函数的具体功能和作用

GitHub Copilot 已使用 @workspace /explain

已使用 1 引用

test2.cpp:1-41

这段代码主要实现了冒泡排序算法。冒泡排序是一种简单的排序算法，它重复地遍历要排序的数列，一次比较两个元素，如果他们的顺序错误就把他们交换过来。遍历数列的工作是重复地进行直到没有再需要交换，也就是说该数列已经排序完成。

首先，我们看到 `bubbleSort` 函数，它接受一个整数数组和一个整数 n 作为参数，其中 n 是数组的大小。在这个函数中，我们有两个嵌套的 for 循环。外层循环从 0 到 n-1，内层循环从 0 到 n-i-1。在内层循环中，我们比较相邻的两个元素，如果它们的顺序是错误的（即，第一个元素大于第二个元素），我们就交换它们。

然后，我们看到 `main` 函数。在这个函数中，我们首先定义了一个整数数组 `arr`，然后计算数组的长度 `n`。然后，我们调用 `bubbleSort` 函数对数组进行排序。最后，我们打印出排序后的数组。

这段代码的主要目的是展示冒泡排序算法的工作原理，以及如何在 C++ 中实现它。

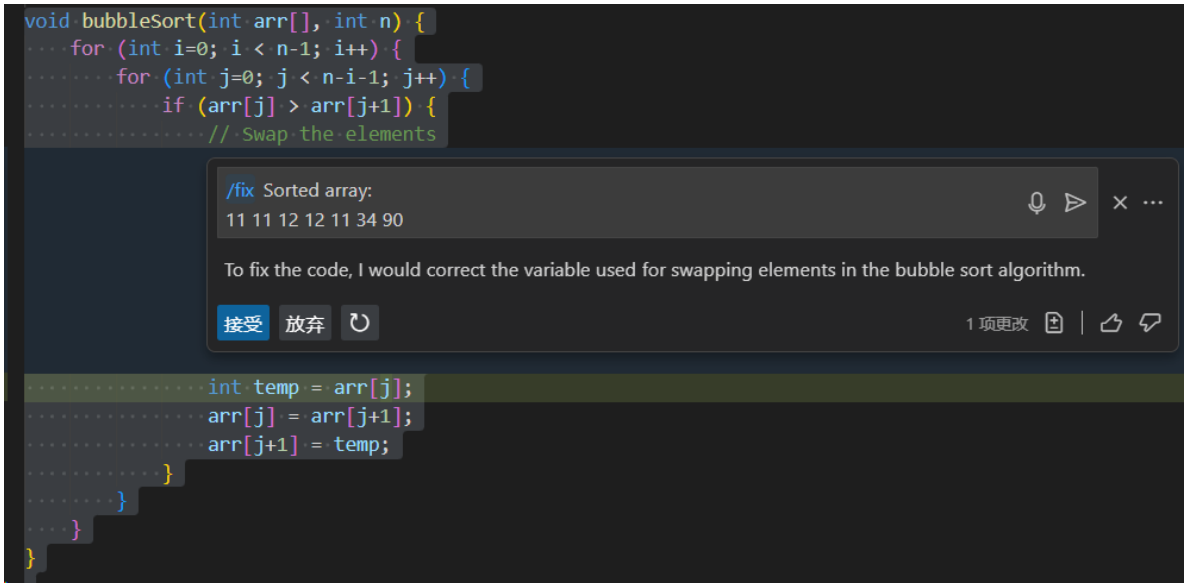
请问如何在 Visual Studio Code 中运行 C++ 代码?

修复代码

将红框部分的j改为i，虽没有报错，但函数逻辑出现错误

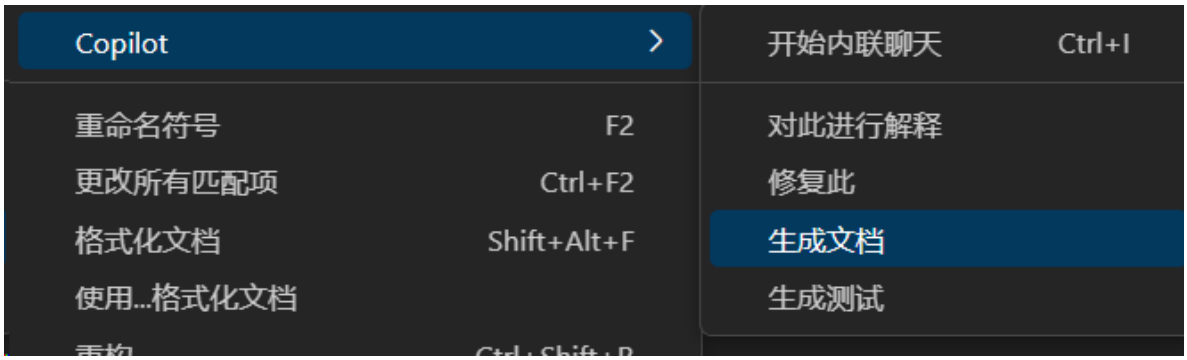
```
15  void bubbleSort(int arr[], int n) {
16      for (int i=0; i < n-1; i++) {
17          for (int j=0; j < n-i-1; j++) {
18              if (arr[j] > arr[j+1]) {
19                  // Swap the elements
20                  int temp = arr[i];
21                  arr[j] = arr[j+1];
22                  arr[j+1] = temp;
23              }
24          }
25      }
26  }
```

利用Copilot的代码修复功能，并将错误的排序结果作为补充，即可快速地发现并修改错误



生成文档

利用该功能，可快速规范代码格式，使其能够作为正式的文档



下图所示为经过规范过后的代码文档：

test > test2.cpp > ...

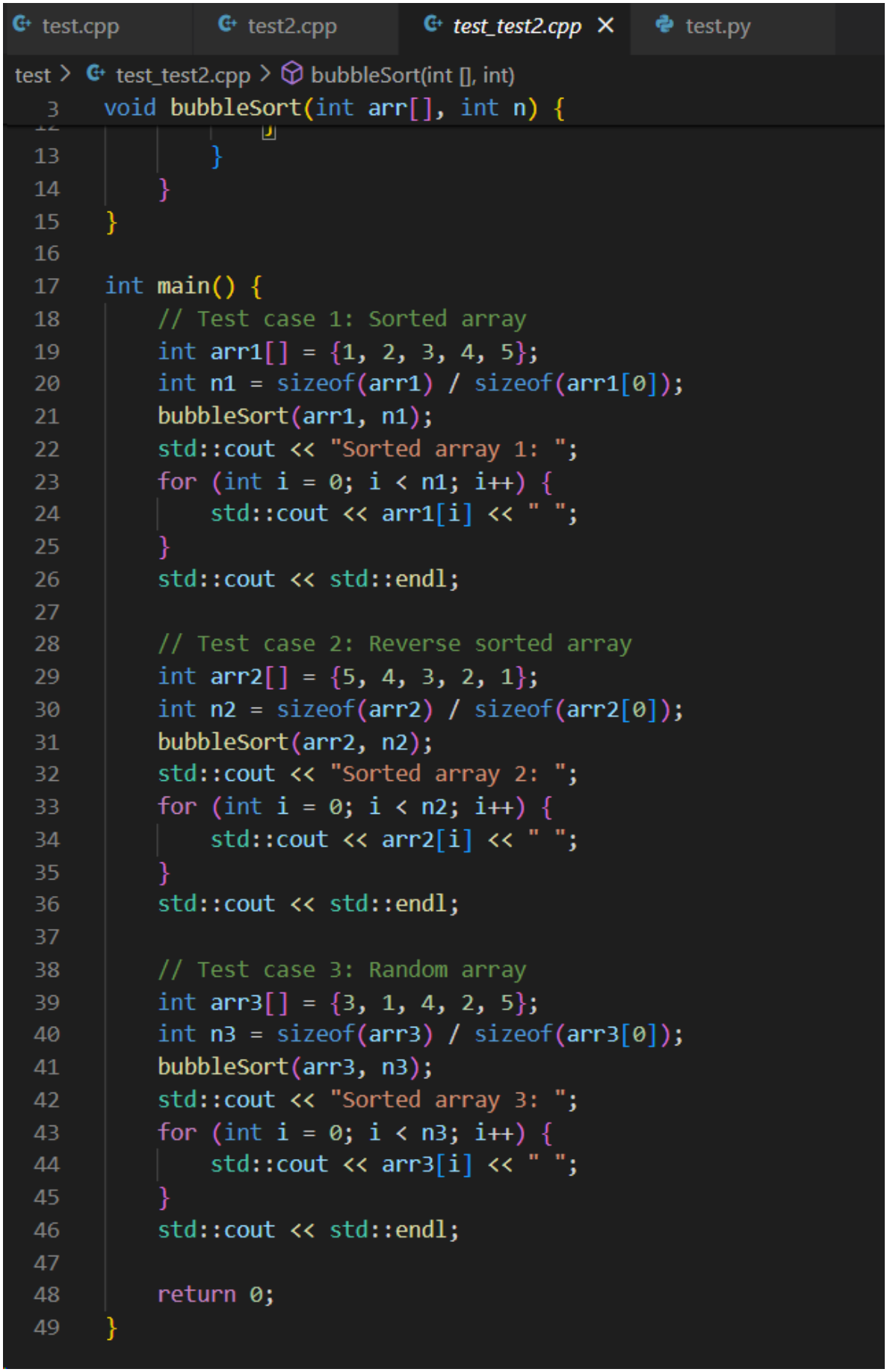
```cpp
/**
 * @file test2.cpp
 * @brief This file contains an implementation of the bubble sort algorithm.
 */

#include <iostream>
using namespace std;

/**
 * @brief Sorts an array using the bubble sort algorithm.
 *
 * @param arr The array to be sorted.
 * @param n The size of the array.
 */
void bubbleSort(int arr[], int n) {
    // Bubble sort
    for (int i = 0; i < n-1; i++) {
        for (int j = 0; j < n-i-1; j++) {
            if (arr[j] > arr[j+1]) {
                // Swap arr[j] and arr[j+1]
                int temp = arr[j];
                arr[j] = arr[j+1];
                arr[j+1] = temp;
            }
        }
    }
}

int main() {
    // Define an array
    int arr[] = {64, 34, 25, 12, 22, 11, 90};
    // Get the length of the array
    int n = sizeof(arr)/sizeof(arr[0]);
    // Call the bubble sort function
    bubbleSort(arr, n);
    // Print the sorted array
    cout << "Sorted array: \n";
    for (int i=0; i < n; i++) {
        cout << arr[i] << " ";
```

生成测试

Copilot允许对选中的函数生成详细的测试用例，以测试函数的准确性

同时，在生成侧式用例后，可以自动创建一个单独的测试文件，以独立地测试函数

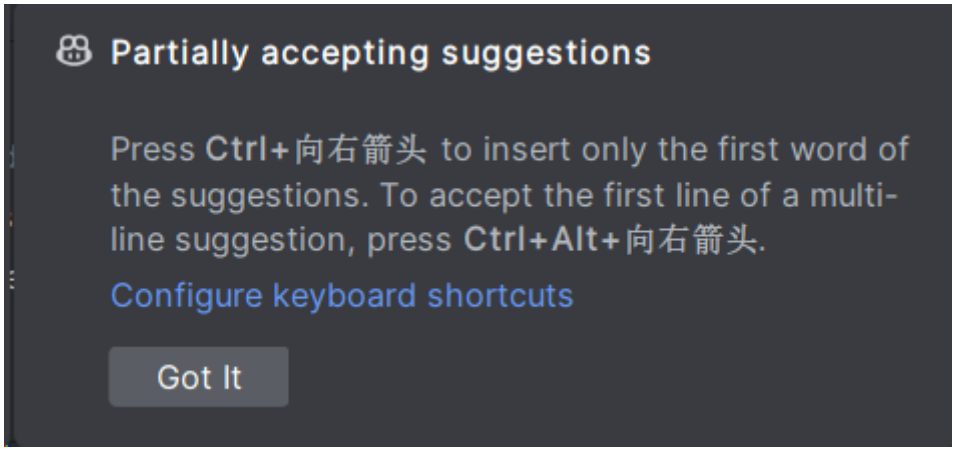
以下为对冒泡排序的函数生成的测试文件test_test2.cpp的部分内容，**对于每个测试用例，都用注释解释其具体用途**：



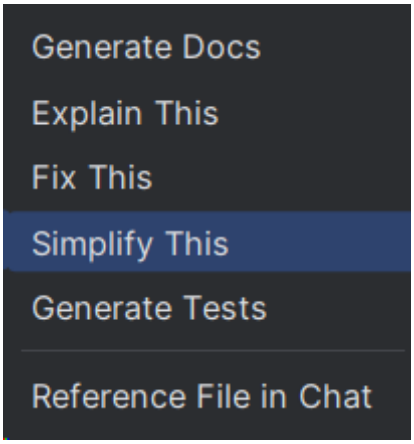
不同IDE下的使用

Pycharm

在第一次使用Copilot时，会弹出提示框指导使用



Pychram右键的Github Copilot选项中多出一个Simplify选项，可对选中代码进行简化



以下为生成的原始C++冒泡排序代码

```cpp
//请为我生成一段代码，实现冒泡排序
#include <iostream>
#include <vector>

void bubbleSort(std::vector<int>& arr) {
    int n = arr.size();
    for (int i = 0; i < n - 1; i++) {
        for (int j = 0; j < n - i - 1; j++) {
            if (arr[j] > arr[j + 1]) {
                // 交换 arr[j] 和 arr[j+1]
                int temp = arr[j];
                arr[j] = arr[j + 1];
                arr[j + 1] = temp;
            }
        }
    }
}

int main() {
    std::vector<int> arr = {64, 34, 25, 12, 22, 11, 90};
    std::cout << "原始数组：";
    for (int i = 0; i < arr.size(); i++) {
        std::cout << arr[i] << " ";
    }
    std::cout << std::endl;

    bubbleSort(arr);
```

```
    std::cout << "排序后的数组: ";
    for (int i = 0; i < arr.size(); i++) {
        std::cout << arr[i] << " ";
    }
    std::cout << std::endl;

    return 0;
}
```

以下为经过简化的代码

```
#include <iostream>
#include <vector>
#include <algorithm>

void bubbleSort(std::vector<int>& arr) {
    for (int i = 0; i < arr.size(); i++) {
        for (int j = 0; j < arr.size() - i - 1; j++) {
            if (arr[j] > arr[j + 1]) {
                std::swap(arr[j], arr[j + 1]);
            }
        }
    }
}

void printArray(const std::vector<int>& arr) {
    for (const auto& num : arr) {
        std::cout << num << " ";
    }
    std::cout << std::endl;
}

int main() {
    std::vector<int> arr = {64, 34, 25, 12, 22, 11, 90};
    std::cout << "Original array: ";
    printArray(arr);

    bubbleSort(arr);

    std::cout << "Sorted array: ";
    printArray(arr);

    return 0;
}
```

同时给出了简化的过程

```
Simplifications made:
1.Replaced the manual swapping of array elements with the std::swap function
from the <algorithm> library. This makes the code cleaner and easier to read.
2.Created a separate function printArray to print the array elements. This
reduces code duplication and improves readability.
3.Removed the explicit declaration of the variable n as it was only used once.
Instead, directly used arr.size() in the loop condition.
4.Used const auto& in the range-based for loop inside the printArray function.
This makes the code more concise and easier to read.
```

总结与评价

优点

- 功能齐全且完备
- 基于Github庞大的代码量以及专业的技术团队、技术水平较高的用户群体，AI性能强大
- 代码生成质量与可读性相对较高，生成速度较快

缺点

- 需要付费使用，教育版可以免费使用，但申请流程繁琐且申请通过率较低
- 对国内用户较不友好，有一定使用门槛

目标用户和需求分析

核心目标用户：有一定技术水平的编程人员，主要市场面向国外

潜在目标用户：中国国内的编程人员以及广大高校学生

额外功能：代码安全性检测。在AWS推出的智能编程助手CodeWhisperer中，已经实现了对代码安全性的主动扫描，同时，随着网络安全的重要性显现，代码开发过程中的安全性愈发重要。且同类产品的相关功能同样还未完善，应抢先进行开发

改进建议

1.相对其他同类产品质量较高，但有一定的使用门槛。可在提高产品功能的同时，对价格做出一定优惠，同时积极开辟中国市场。

2.积极开发代码安全性检测等新功能，填补技术空缺

AWS CodeWhisperer

产品概述

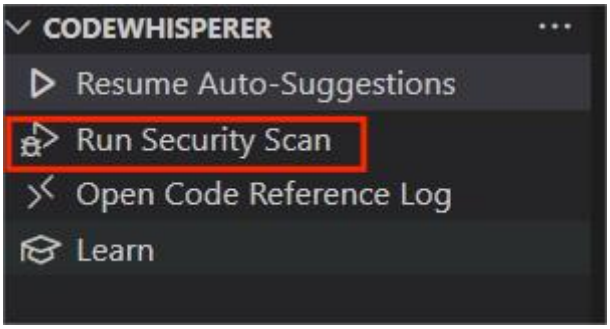
Amazon CodeWhisperer 是一种采用机器学习（ML）的服务，可以根据开发人员用自然语言编写的注释和集成式开发环境（IDE）中的代码生成代码建议，帮助开发人员提高工作效率，可以为您的应用程序提供代码审查、安全扫描和性能优化。

Amazon CodeWhisperer 为多种编程语言提供基于人工智能（AI）的代码建议，包括 Python、Java、JavaScript、TypeScript、C#、Go、Rust、PHP、Ruby、Kotlin、C、C++、Shell 脚本、SQL 和 Scala。您可以使用来自多个 IDE 的服务，包括 JetBrains IDE（IntelliJ IDEA、PyCharm、WebStorm 和 Rider）、Visual Studio（VS）Code、AWS Cloud9 和 AWS Lambda 控制台。

使用 CodeWhisperer，您可以扫描 Java、JavaScript 和 Python 项目以检测难以发现的漏洞，例如开放全球应用程序安全项目（OWASP）中排名前十的漏洞，或者不符合加密库最佳实践及其他类似安全最佳实践的漏洞。该服务分析 IDE 中的现有代码（无论是由 CodeWhisperer 生成还是由您编写），高度精确地识别有问题的代码，并对如何修复代码提供明智的建议。

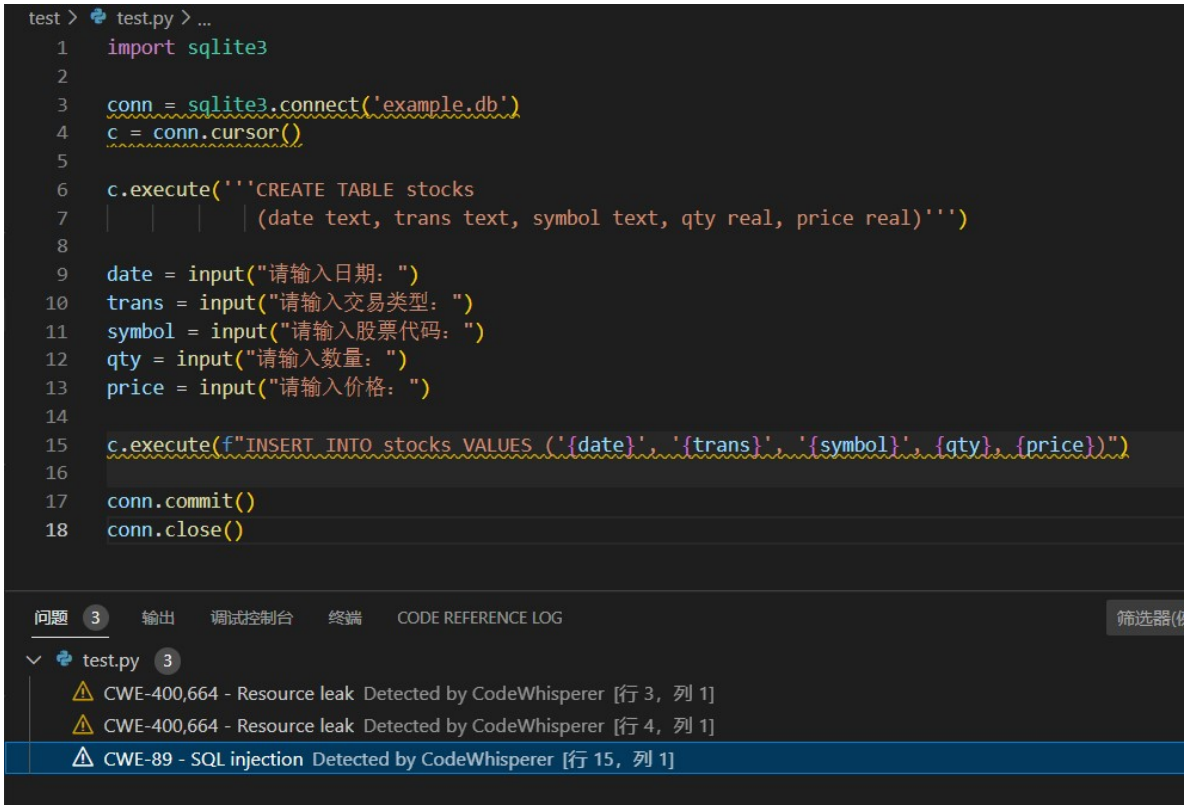
独特点：主动进行安全扫描

可以快速扫描 **Java、JavaScript 和 Python** 项目中难以发现的漏洞



系统命令注入漏洞

SQL注入漏洞



- 此外通过查询，还可对**MD5碰撞漏洞，反序列化漏洞**等进行检测

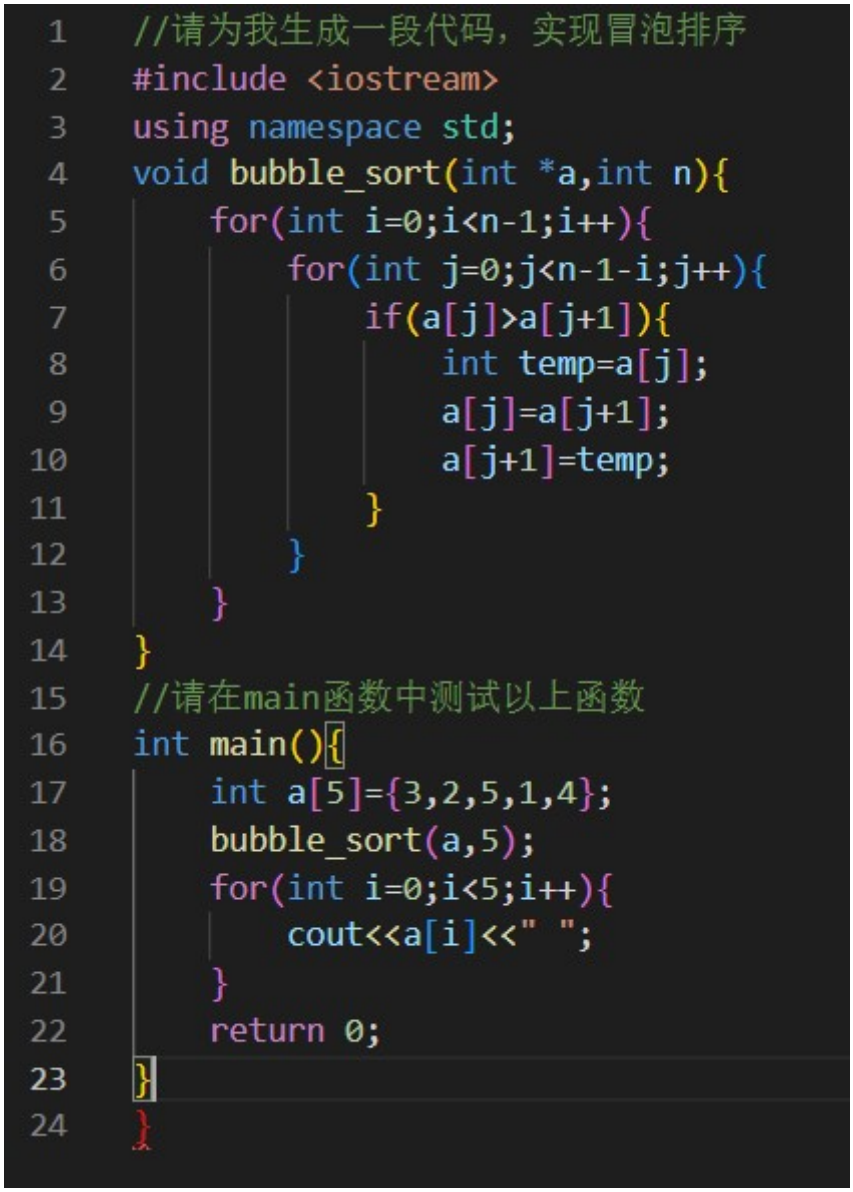
代码生成

利用注释生成：

中文注释

```cpp
//请为我生成一段代码，实现冒泡排序

#include <iostream>
using namespace std;
int main() {
    int arr[] = {64, 34, 25, 12, 22, 11, 90};
    int n = sizeof(arr) / sizeof(arr[0]);
    for (int i = 0; i < n - 1; i++) {
        for (int j = 0; j < n - i - 1; j++) {
            if (arr[j] > arr[j + 1]) {
                int temp = arr[j];
                arr[j] = arr[j + 1];
                arr[j + 1] = temp;
            }
        }
    }
    cout << "Sorted array: \n";
    for (int i = 0; i < n; i++) {
        cout << arr[i] << " ";
        cout << endl;
        return 0;
    }
    }
```

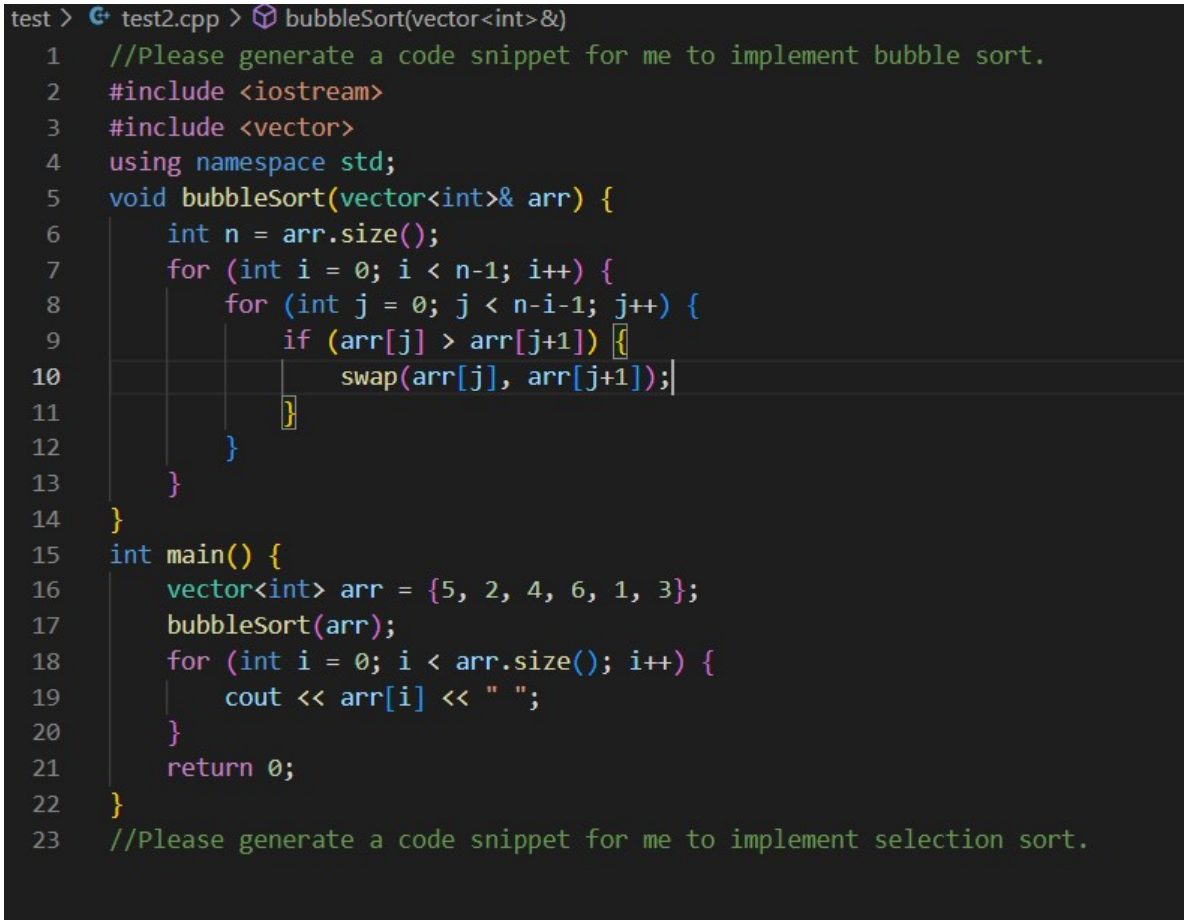
- 不会主动生成main函数进行测试



```cpp
//请为我生成一段代码，实现冒泡排序
#include <iostream>
using namespace std;
void bubble_sort(int *a,int n){
    for(int i=0;i<n-1;i++){
        for(int j=0;j<n-1-i;j++){
            if(a[j]>a[j+1]){
                int temp=a[j];
                a[j]=a[j+1];
                a[j+1]=temp;
            }
        }
    }
}
//请在main函数中测试以上函数
int main(){
    int a[5]={3,2,5,1,4};
    bubble_sort(a,5);
    for(int i=0;i<5;i++){
        cout<<a[i]<<" ";
    }
    return 0;
}
}
```

- 在初始情况main函数大括号已闭合的情况下，多生成了一个大括号

英文注释：



- 一次性生成的代码相对中文注释更加完整
- 但在最后重复生成了一遍原有注释

代码补全：

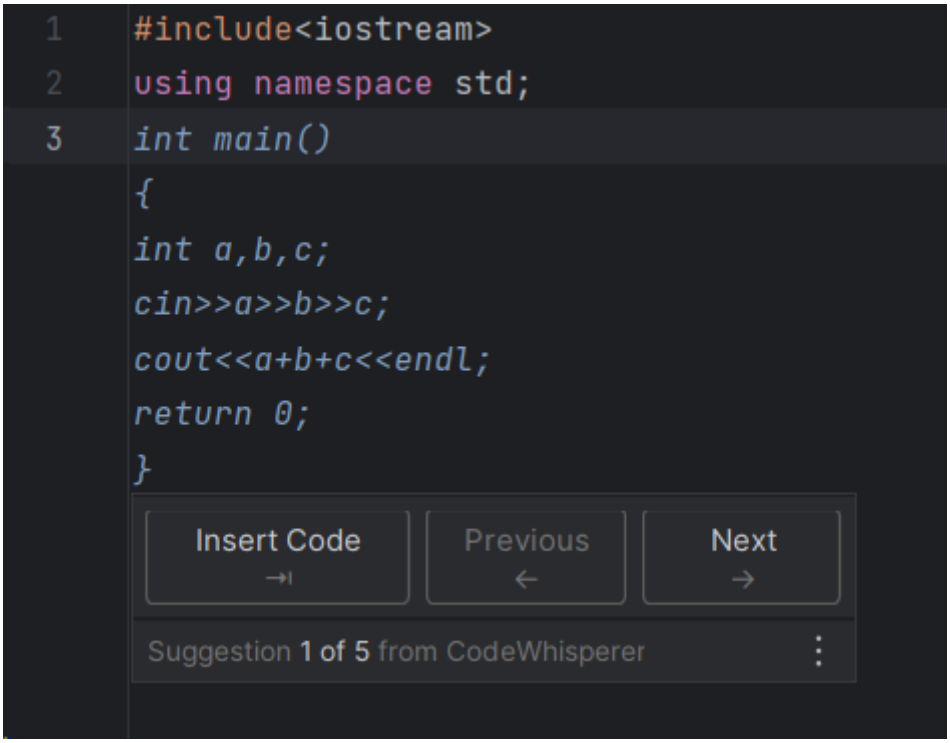
```cpp
#include <iostream>
#include <vector>
using namespace std;
void bubbleSort(vector<int>& arr) {
    int n = arr.size();
    for (int i = 0; i < n-1; i++) {
        for (int j = 0; j < n-i-1; j++) {
            if (arr[j] > arr[j+1]) {
                swap(arr[j], arr[j+1]);
            }
            cout << "i = " << i << ", j = " << j << endl;
            for (int k = 0; k < arr.size(); k++) {
                cout << arr[k] << " ";
            }
            cout << endl;
            cout << "====================" << endl;
            cout << endl;
            cout << endl;
        }
    }
}
int main() {
    vector<int> arr = {5, 2, 4, 6, 1, 3};
    bubbleSort(arr);
    for (int i = 0; i < arr.size(); i++) {
        cout << arr[i] << " ";
    }
    return 0;
}
```

- 代码根据上下文补全了冒泡排序函数，同时对每一个循环的顺序进行了输出，使排序过程更加直观

不同IDE下的使用

Pycharm

UI更加直接美观



总结与评价

优点

- 独特而强大的功能：代码安全性的主动检查
- 免费使用
- Amazon拥有庞大的数据量，AI功能较为强大
- 代码生成质量和效率较高

缺点

- 代码安全性检查耗费时间较多
- 代码生成时的注释较少，可读性较低
- 有时会出现代码结构上的错误，如大括号的闭合问题等

目标用户和需求分析

核心目标用户：对代码安全性有需求，且需要工具辅助进行检测的开发人员。对免费智能编程助手有需求的编程人员

潜在目标用户：对代码安全性有需求，且并未了解智能编程助手的开发人员

额外功能：代码测试功能。其他类似产品已实现相关功能，且该功能较为实用，应加装该功能以完善产品

改进建议

1.加装代码测试功能以完善产品

2.继续完善代码安全性检测功能，巩固该功能在类似产品中的领先地位

Tsinghua CodeGeeX

软件概述

CodeGeeX2 是多语言代码生成模型 CodeGeeX (KDD'23) 的第二代模型。不同于一代 CodeGeeX（完全在国产华为昇腾芯片平台训练），CodeGeeX2 是基于 ChatGLM2 架构加入代码预训练实现，得益于 ChatGLM2 的更优性能，CodeGeeX2 在多项指标上取得性能提升（+107% > CodeGeeX；仅60亿参数即超过150亿参数的 StarCoder-15B 近10%），更多特性包括：

- 更强大的代码能力：基于 ChatGLM2-6B 基座语言模型，CodeGeeX2-6B 进一步经过了 600B 代码数据预训练，相比一代模型，在代码能力上全面提升，HumanEval-X 评测集的六种编程语言均大幅提升 (Python +57%, C++ +71%, Java +54%, JavaScript +83%, Go +56%, Rust +321%)，在Python上达到 35.9% 的 Pass@1 一次通过率，超越规模更大的 StarCoder-15B。
- 更优秀的模型特性：继承 ChatGLM2-6B 模型特性，CodeGeeX2-6B 更好支持中英文输入，支持最大 8192 序列长度，推理速度较一代 CodeGeeX-13B 大幅提升，量化后仅需6GB显存即可运行，支持轻量级本地化部署。
- 更全面的AI编程助手：CodeGeeX插件（VS Code, Jetbrains）后端升级，支持超过100种编程语言，新增上下文补全、跨文件补全等实用功能。结合 Ask CodeGeeX 交互式AI编程助手，支持中英文对话解决各种编程问题，包括且不限于代码解释、代码翻译、代码纠错、文档生成等，帮助程序员更高效开发。
- 更开放的协议：CodeGeeX2-6B 权重对学术研究完全开放，填写登记表申请商业使用。

代码生成

利用注释生成

中文注释：

```cpp
//请为我生成一段代码，实现冒泡排序

#include <iostream>
using namespace std;
int main() {
    int arr[] = {64, 34, 25, 12, 22, 11, 90};
    int n = sizeof(arr) / sizeof(arr[0]);
    for (int i = 0; i < n - 1; i++) {
        for (int j = 0; j < n - i - 1; j++) {
            if (arr[j] > arr[j + 1]) {
                int temp = arr[j];
                arr[j] = arr[j + 1];
                arr[j + 1] = temp;
            }
        }
    }
    cout << "Sorted array: \n";
    for (int i = 0; i < n; i++) {
        cout << arr[i] << " ";
        cout << endl;
        return 0;
    }
    }
```

- 生成过程中没有注释
- 最后大括号没有对齐
- 生成速度较慢,不过可能是因为设置了生成延迟0.5秒,以避免不必要的生成
- 在生成时,常出现单独生成一个大括号以进行配对的情况.没有在一开始便将大括号闭合
- 主体代码全部在main函数中,较为杂乱

英文注释:

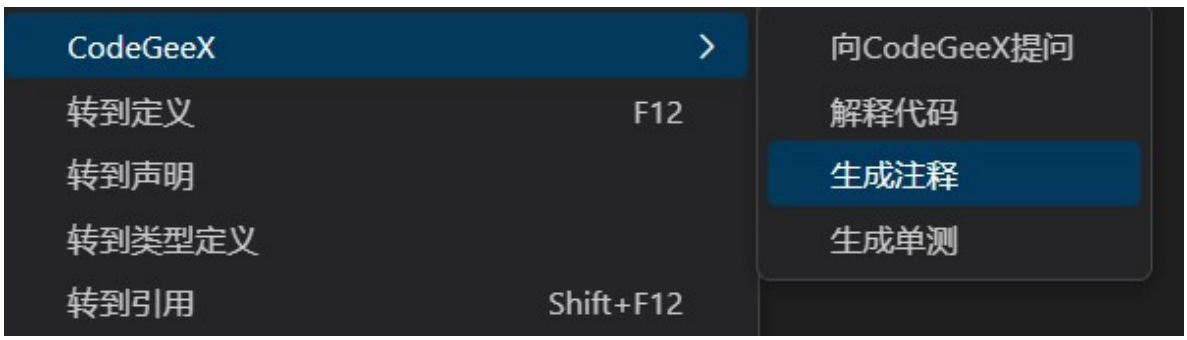
英文注释也可正常生成，代码生成速度和结构与中文注释相似

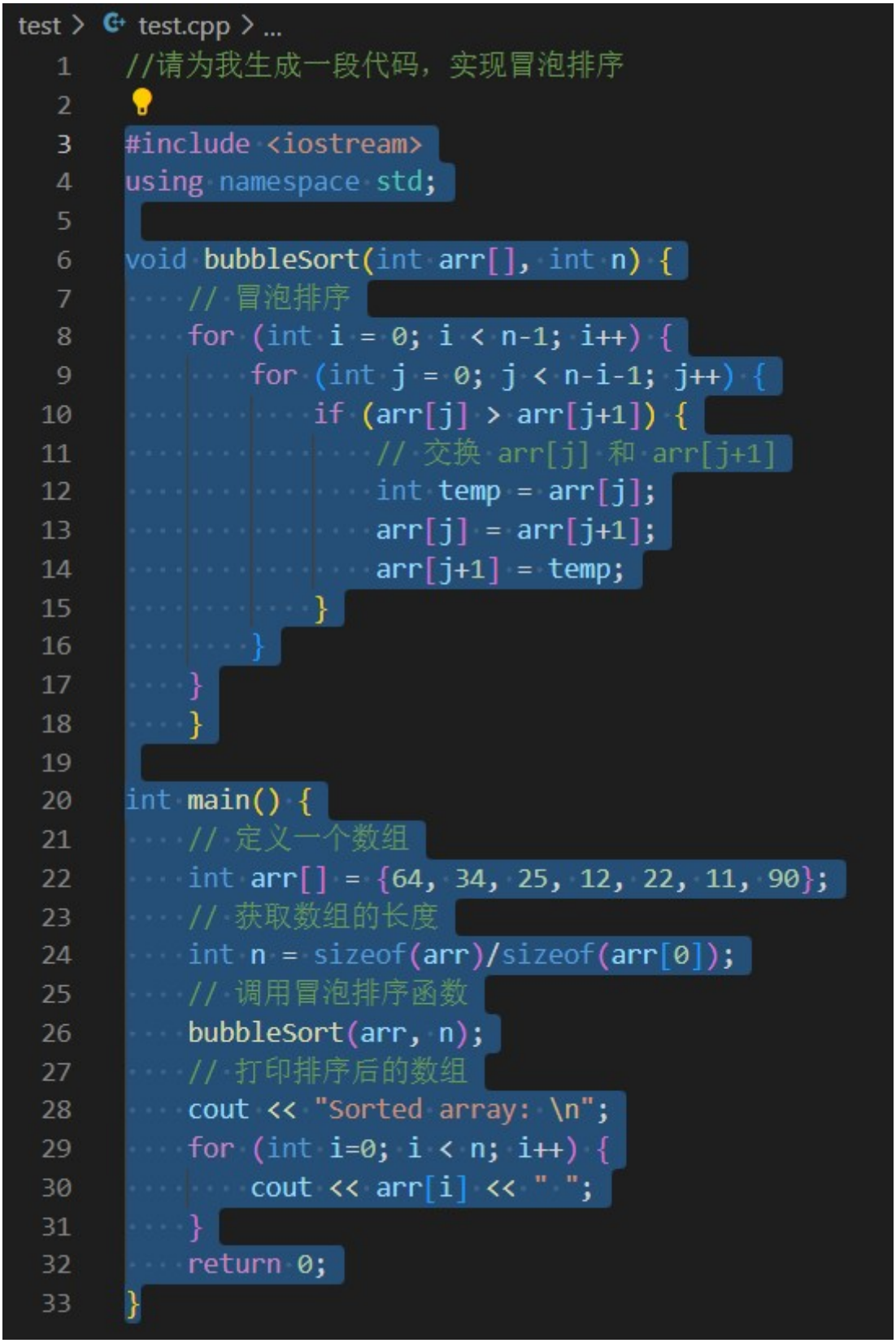
```
//Please generate a code snippet for me to implement bubble sort.
#include <iostream>
using namespace std;

void bubbleSort(int arr[], int n) {
    for (int i = 0; i < n-1; i++) {
        for (int j = 0; j < n-i-1; j++) {
            if (arr[j] > arr[j+1]) {
                // swap arr[j] and arr[j+1]
                int temp = arr[j];
                arr[j] = arr[j+1];
                arr[j+1] = temp;
            }
        }
    }
    }

int main() {
    int arr[] = {64, 34, 25, 12, 22, 11, 90};
    int n = sizeof(arr)/sizeof(arr[0]);
    bubbleSort(arr, n);
    cout << "Sorted array: \n";
    for (int i=0; i < n; i++) {
        cout << arr[i] << " ";
    }
    return 0;
}
```

代码补全

```cpp
#include <iostream>
using namespace std;
void bubbleSort(int arr[], int n) {
    for (int i = 0; i < n-1; i++) {
        for (int j = 0; j < n-i-1; j++) {
            if (arr[j] > arr[j+1]) {
                // 交换 arr[j] 和 arr[j+1]
                int temp = arr[j];
                arr[j] = arr[j+1];
                arr[j+1] = temp;
            }
        }
    }
}
int main() {
    int arr[] = {64, 34, 25, 12, 22, 11, 90};
    int n = sizeof(arr)/sizeof(arr[0]);
    bubbleSort(arr, n);
    cout << "排序后的数组: ";
    for (int i = 0; i < n; i++) {
        cout << arr[i] << " ";
    }
    return 0;
}
```

注释生成

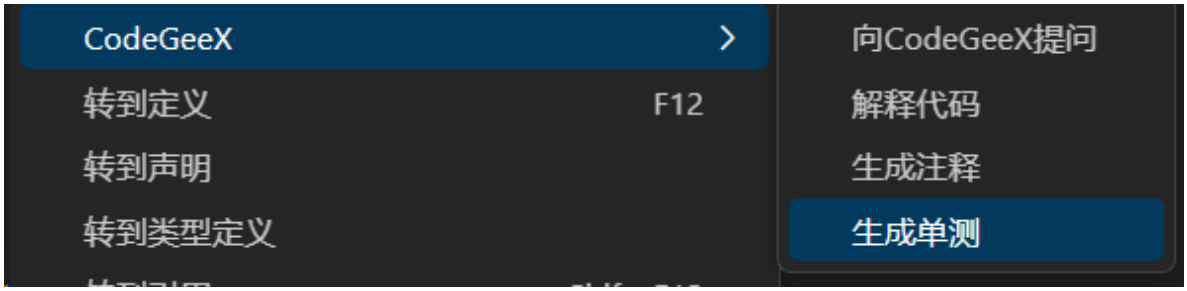




测试用例生成

对于特定功能的函数，可对其生成多个测试用例来测试函数的正确性

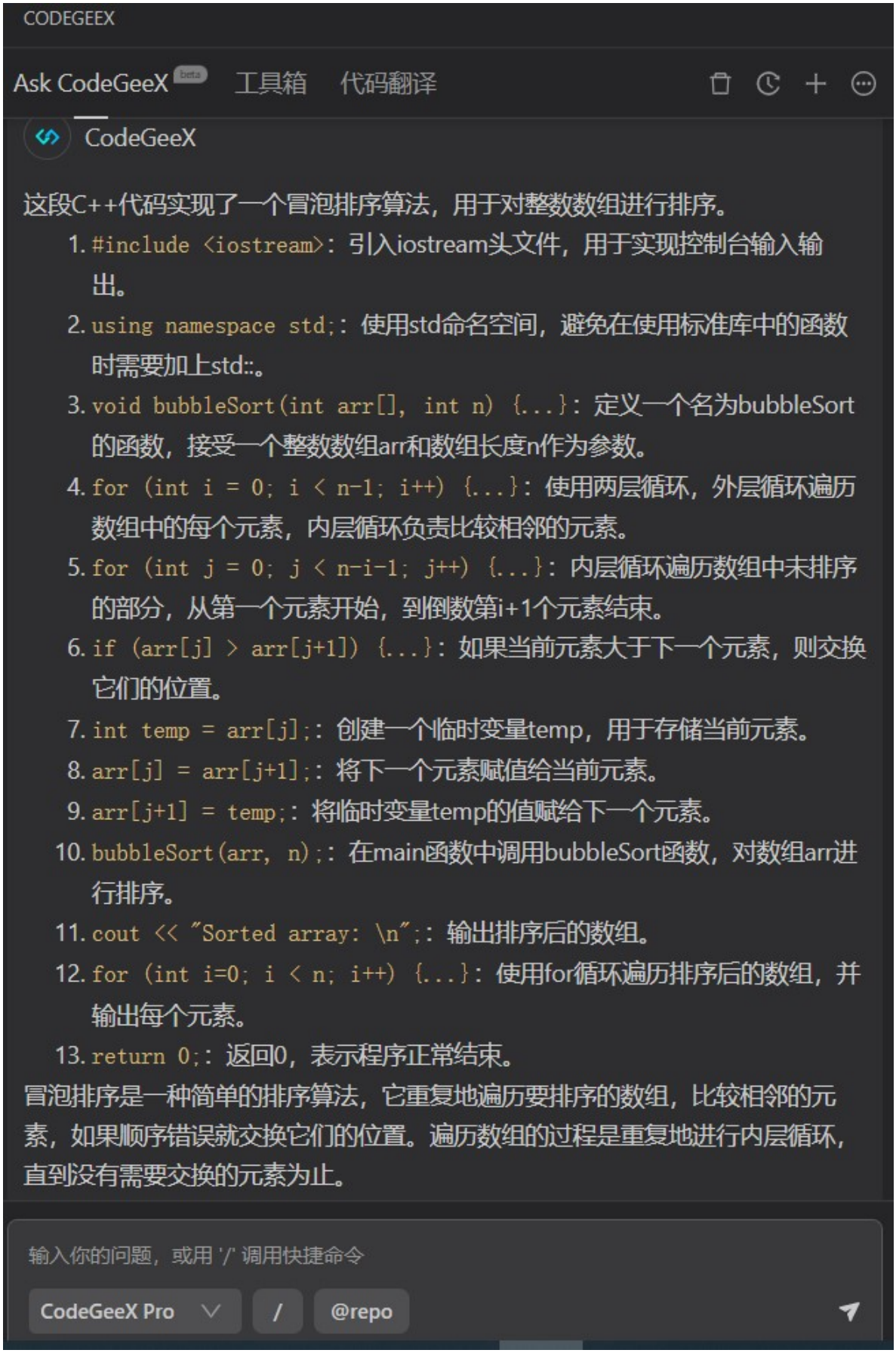
如对于冒泡排序的函数生成测试用例：




```cpp
// 测试用例
int main() {
    int arr1[] = {64, 34, 25, 12, 22, 11, 90};
    int n1 = sizeof(arr1)/sizeof(arr1[0]);
    bubbleSort(arr1, n1);
    for (int i = 0; i < n1; i++)
        std::cout << arr1[i] << " ";
    std::cout << std::endl;

    int arr2[] = {64, 34, 25, 12, 22, 11, 90, 5};
    int n2 = sizeof(arr2)/sizeof(arr2[0]);
    bubbleSort(arr2, n2);
    for (int i = 0; i < n2; i++)
        std::cout << arr2[i] << " ";
    std::cout << std::endl;

    int arr3[] = {1, 2, 3, 4, 5};
    int n3 = sizeof(arr3)/sizeof(arr3[0]);
    bubbleSort(arr3, n3);
    for (int i = 0; i < n3; i++)
        std::cout << arr3[i] << " ";
    std::cout << std::endl;

    int arr4[] = {5, 4, 3, 2, 1};
    int n4 = sizeof(arr4)/sizeof(arr4[0]);
    bubbleSort(arr4, n4);
```

代码解释

对以上冒泡排序代码的解释



代码翻译

CodeGeeX宣称可将代码从语义级进行翻译，从而将代码翻译成不同的编程语言

以下代码为将之前C++语言编写的冒泡排序算法翻译为Java语言后的结果：

```
public class BubbleSort {
```

```
    public static void main(String[] args) {
        int[] arr1 = {64, 34, 25, 12, 22, 11, 90};
        bubbleSort(arr1);
        for (int i = 0; i < arr1.length; i++)
            System.out.print(arr1[i] + " ");
        System.out.println();

        int[] arr2 = {64, 34, 25, 12, 22, 11, 90, 5};
        bubbleSort(arr2);
        for (int i = 0; i < arr2.length; i++)
            System.out.print(arr2[i] + " ");
        System.out.println();

        int[] arr3 = {1, 2, 3, 4, 5};
        bubbleSort(arr3);
        for (int i = 0; i < arr3.length; i++)
            System.out.print(arr3[i] + " ");
        System.out.println();

        int[] arr4 = {5, 4, 3, 2, 1};
        bubbleSort(arr4);
        for (int i = 0; i < arr4.length; i++)
            System.out.print(arr4[i] + " ");
        System.out.println();

        int[] arr5 = {1};
        bubbleSort(arr5);
        for (int i = 0; i < arr5.length; i++)
            System.out.print(arr5[i] + " ");
        System.out.println();
    }

    public static void bubbleSort(int[] arr) {
        int n = arr.length;
        for (int i = 0; i < n - 1; i++) {
            for (int j = 0; j < n - i - 1; j++) {
                if (arr[j] > arr[j + 1]) {
                    // swap arr[j] and arr[j+1]
                    int temp = arr[j];
                    arr[j] = arr[j + 1];
                    arr[j + 1] = temp;
                }
            }
        }
    }
}
```

不同IDE下的使用

Pycharm

在Pycharm中可以方便的禁用自动补全，而不用像VS Code中只能通过禁用或卸载插件来禁用补全

总结与评价

优点

- 由国内团队开发，产品信息及后续更新更易获取
- 可在语义层次对代码进行翻译，可方便快捷地将代码翻译为多种代码语言
- 有注释生成功能，可对代码进行注释，提高代码的可读性

缺点

- 生成代码速度较慢，效率较低
- 产品功能相对较少，功能较不完备

目标用户和需求分析

核心目标用户：支持国内相关产品开发的开发测试人员

潜在目标用户：国内广大编程人员

额外功能：代码修复功能。其他类似产品具备该功能且功能较为完善，应尽快补齐短板，使产品质量得到提升。

改进建议

1.增加产品功能，补齐短板

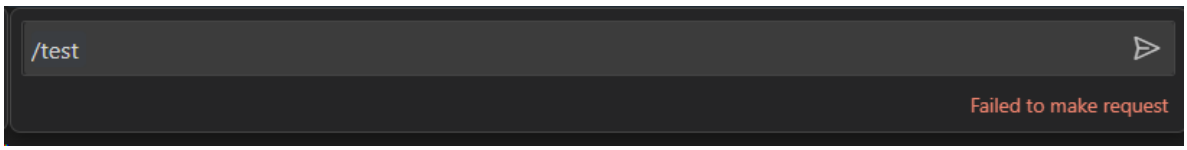
2.提高代码生成质量和效率，打磨关键功能

开发新的产品

目前缺少功能齐全，同时能够主动进行代码安全性扫描的产品。希望能够开发功能综合而全面的产品，包括代码补全、注释生成、代码修复、代码解释、测试样例生成、生成文档以及代码安全性检查功能。训练健壮的AI，提高代码生成的质量和效率，同时注重代码安全性，提供高效而全面的代码安全性主动扫描功能。

实验过程中的问题

由于未更新vscode，Github Copilot Chat在一开始无法使用



将VsCode更新到最新版本后可以正常使用