|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Problem Chosen** C | **2021 MCM/ICM Summary Sheet** | **Team Control Number** 2216714 |

**Your Paper's Title**

**Summary**

|  |
| --- |
| **说明：**  **本Word模版的版本编号是0.1版，是以美赛的标准创建的模版，也适用于其他用英文写作的数学建模比赛，例如亚太赛和小美赛。模版的使用方法可以查看下面这个视频：**  **数学建模清风——论文排版教程**  **https://www.bilibili.com/video/BV1Ci4y1c7Ld**  **未来当发现模版中的问题或者比赛要求有更新时，我会发布更新后的新版本。大家可以在公众号《数学建模学习交流》后台发送“美赛论文模版”获取最新的模版的信息。只要本文档的版本号和公众号后台最新的版本号一致，则说明你下载的是最新版本。**   * **不同的美赛特等奖论文写作风格差别较大，我这里给的模版是提取出来的通用框架，大家可以根据自己的需要进行修改。** * **红色字体标注的内容是对这个部分的解释，看完后请删除。** * **黄色高亮的是需要大家修改的内容，大家修改后请取消高亮显示。**     这里写美赛的摘要，美赛中摘要格外重要！！官方对于摘要的说明：  *The summary is an essential part of your MCM/ICM paper and should appear on the first page of your solution report. The judges place considerable weight on the summary, and winning papers are often distinguished from other papers based on the quality of the summary.*  翻译：摘要是美赛论文的重要组成部分，应该放在论文的第一页展示。评委们对摘要相当重视，获奖论文和其他论文的区别往往就在于摘要的好坏！  论文摘要的写法可以参考这个视频：  <https://www.bilibili.com/video/BV1Na411w7c2/>  标题下面的Summary可要可不要，如果你觉得你摘要写的不够多，页面下方留白太大的话就加上，这样看起来稍微好看点。  注意：美赛要求英文写作，很多同学英文写作水平不够，可以先写成中文的论文，然后再进行翻译！翻译可以使用有道翻译或者谷歌翻译，翻译后一定要人工修改，机器翻译的很生硬，对专有名词的翻译也不是很准确。 |

**Keywords:** keyword1; keyword2; keyword3; keyword4

Contents最后记得更新整个目录

[1 Introduction 3](#_Toc58786693)

[1.1 Problem Background 3](#_Toc58786694)

[1.2 Restatement of the Problem 3](#_Toc58786695)

[1.3 Literature Review 3](#_Toc58786696)

[1.4 Our Work 4](#_Toc58786697)

[2 Assumptions and Justifications 5](#_Toc58786698)

[3 Notations 6](#_Toc58786699)

[4 The name of model 1 6](#_Toc58786700)

[4.1 Data Description 7](#_Toc58786701)

[4.2 The Establishment of Model 1 7](#_Toc58786702)

[4.3 The Solution of Model 1 7](#_Toc58786703)

[5 The name of model 2 8](#_Toc58786704)

[6 The name of model 3 8](#_Toc58786705)

[7 Sensitivity Analysis 8](#_Toc58786706)

[8 Model Evaluation and Further Discussion 8](#_Toc58786707)

[8.1 Strengths 8](#_Toc58786708)

[8.2 Weaknesses 9](#_Toc58786709)

[8.3 Further Discussion 9](#_Toc58786710)

[9 Conclusion 9](#_Toc58786711)

[References 10](#_Toc58786712)

[Appendices 11](#_Toc58786713)

# Introduction

## Problem Background

Have you ever invested in stocks? As we all know, stocks in the stock market are extremely volatile, and investors need to take huge risks when buying and selling stocks. Investors aim to minimize investment risk and maximize their total return. Therefore, investors need to find a way to predict stock price trends, predict stock price fluctuations as accurately as possible and formulate trading strategies as soon as possible, to achieve the goal of maximizing returns with minimal risk. Two specific cases are gold and bitcoin.

From the agricultural society to the commercial society, gold, as a precious metal currency, acts as a general equivalent for a long time due to its low reserves, difficulty in mining, and stable intrinsic value. The gold market plays an important role in the world economy, and for many investors, gold can be used as a hedge against rising prices and other financial risks. However, the gold market is not only non-stationary and volatile, but also affected by various factors, such as relevant market activity, political events, etc. Therefore, it is very challenging to predetermine the price of gold.

The number of bitcoins is limited, which avoids inflation. In addition, Bitcoin's liquidation properties give it the ability to move funds instantaneously. Therefore, Bitcoin can be traded around the clock. In contrast, the above-mentioned gold is only available for trading on working days. Since the Bitcoin trading market works longer than the gold trading market, the trading cost of Bitcoin is higher than that of gold. It can be seen that the reason why the bitcoin trading market attracts a large number of investors to gradually participate in it is the characteristics of bitcoin.

## Restatement of the Problem

In this problem, we have $1000 and have a five-year trade period from November 9, 2016, to October 9, 2021. In the daily trade period, we will have an account containing cash, gold, bitcoin, and the initial state is [100, 0, 0]. The cost per trade is  of the trade amount. There is no cost to owning shares.

Given the background information and constraints identified in the problem statement, we will accomplish the following tasks according to the given data:

* Give the best strategy for daily trading based on the price data up to the forecast day.
* Calculate the total value owned on October 9, 2021 with an initial investment of $1,000.
* Prove that the trading strategy we provide is optimal, that is, to prove that in our strategy, traders can have higher returns with lower risk.
* Determining the sensitivity of our strategies to trading prices. Analyze the impact of trading price on our strategy and results.

## Our Work

In our work, **the first step** is data processing and analysis. We analyze the past five years of data on gold and bitcoin through Exploratory Data Analysis (**EDA**) and clean the data. **The second step** is to model the trading strategy. We start by building the Autoregressive moving average model (**ARMA**) that allows us to predict the present price using only past daily prices. Then, we establish a linear programming model (**LP**) to solve the optimal trading strategy and obtain specific profit values. **The third step** is to analyze the results. Through the sensitivity analysis of the transaction price, we can understand the impact of the transaction price on the strategy and results. Finally, we carry out the evaluation and outlook of the model.

The flow chart (Figure 1) illustrates the above ideas more visually.

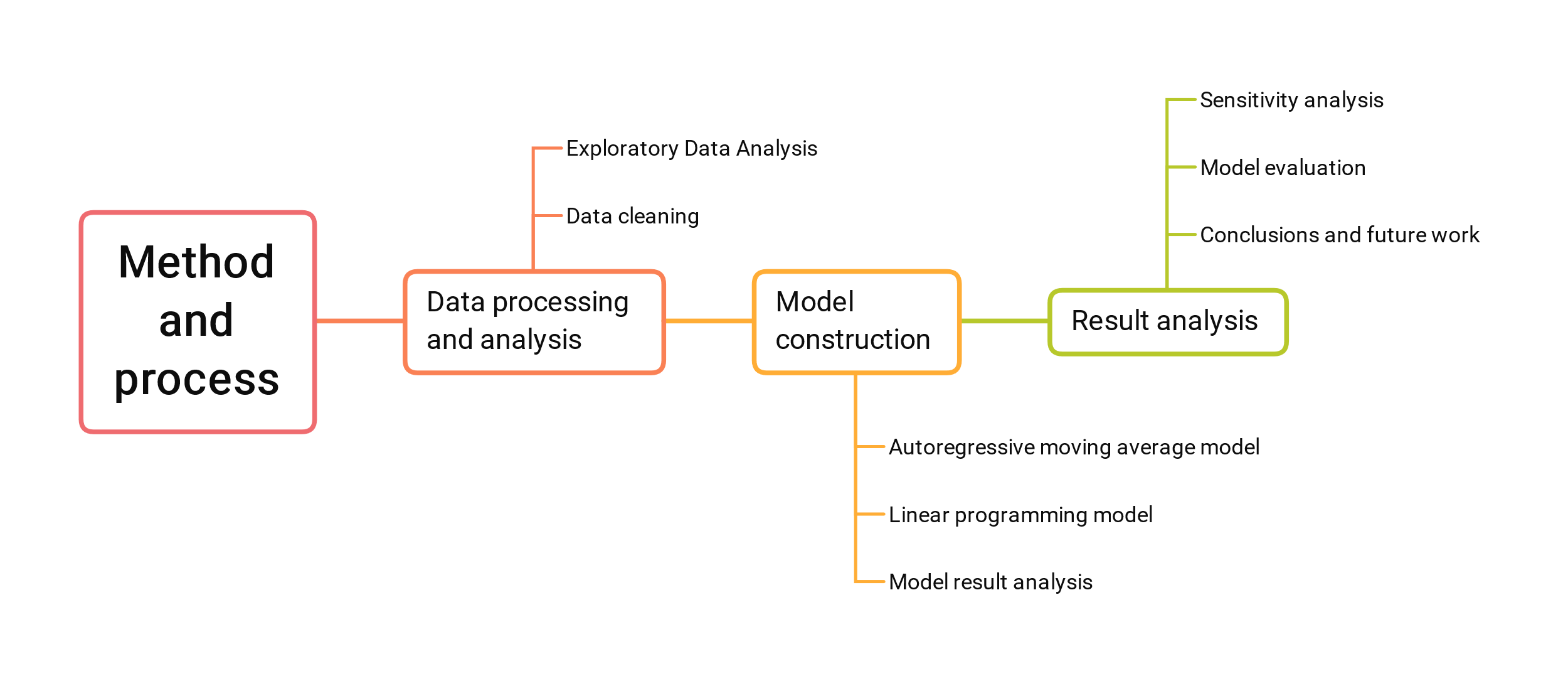


Figure 1:Method and process

# Assumptions and Justifications

1. **We assume that when predicting the trend of stocks, observing the trading market in the first n days, that is, not buying and selling stocks, will not affect the final total assets.**

Although we may miss the opportunity to buy stocks at a low price, we can predict the future trend more accurately through the observation of these n days. So we can make better decisions and get higher profits. All in all, in the big picture, the gains that may be lost in the beginning are innocuous.

# Notations

The key mathematical notations used in this paper are listed in Table 1.

Table 1: Notations used in this paper

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Symbol** | **Description** | **Unit** |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

本部分对应国赛论文中的符号（英文翻译为notation或者symbol）说明部分。

另外，少数论文有一个Deﬁnitions部分，这一部分主要是对文中出现的专有名词或者模糊的概念进行定义，这样可以帮助读者理解题目。



如果你需要写这一个部分的话，可以和Notations合并在一起变成一个大部分，该部分的命名为“Deﬁnitions and Notations”，写作时再把这个大的部分分成两个小的部分（用二级标题的方式）分别写即可。

# Data processing and analysis

## Exploratory Data Analysis (EDA)

# The name of model

这个大的部分主要介绍论文中第一个模型的建立和求解，第一个模型往往用来解决题目问的第一个问题。这个模型的标题需要结合你的题目或论文内容进行调整，我这里给的是一个通用的名称。

## Data Description

如果自己收集了数据或者题目给了数据的话，可以先对数据进行一个描述，一般将数据可视化，然后再从图形中得到一些直观的结论。如果是美赛C题（C题一般是数据分析类型的题目），可以把这个部分单独作为一个大的部分，然后进行数据预处理和数据可视化分析。当然，这部分也不是必须的，大家根据自己的需要调整。

## The Establishment of Model 1

这里可以写第一个模型的建立，模型建立是将原问题抽象成用数学语言的表达式，它一定是在先前的问题分析和模型假设的基础上得来的。因为比赛时间很紧，大多时候我们都是使用别人已经建立好的模型。这部分一定要将题目问的问题和模型紧密结合起来，切忌随意套用模型。我们还可以对已有模型的某一方面进行改进或者优化，或者建立不同的模型解决同一个问题，这样就是论文的创新和亮点。

和国赛不同，在美赛论文中，很少有论文直接用“模型建立”作为这部分的标题，一般使用模型要解决的问题作为标题。

如果需要用公式的话，可以复制下面这个隐藏的表格，并粘贴到你需要的地方，这个公式的编号会同步更新。

|  |  |
| --- | --- |
| 这里插入公式 | () |

## The Solution of Model 1

这里可以写第一个模型的求解，把实际问题归结为一定的数学模型后，就要利用数学模型求解所提出的实际问题了。一般需要借助计算机软件进行求解，例如常用的软件有Matlab, Spss, Lingo, Excel, Stata, Python等。求解完成后，得到的求解结果应该规范准确并且醒目，若求解结果过长，最好编入附录里。（注意：如果使用智能优化算法或者数值计算方法求解的话，需要简要阐明算法的计算步骤）

同样的，很少有论文直接用“模型求解”作为这部分的标题，大家可以根据得到的结论来合理设计这里的标题。

另外，很多美赛论文对于模型的建立和求解没有区分开，我这里沿用的是类似于国赛的形式，这样可以让论文框架清晰点。

|  |  |
| --- | --- |
| 这里插入公式 | () |

|  |  |
| --- | --- |
| 这里插入公式 | () |

# The name of model 2

和上一个部分类似的写法。

# The name of model 3

和上一个部分类似的写法。

注意：大多数美赛优秀论文都是对每个问题或者每个模型作为一个一级标题，就像我们上面的这种布局；也有一部分论文建立一个大的一级标题，取名为“Models and Solutions”，然后在这个大的标题下设计每个问题或者模型对应的二级标题，这一种排版布局在国赛中用的更多。

# Sensitivity Analysis

在国赛论文写作视频中（<https://www.bilibili.com/video/BV1Na411w7c2/>），我介绍过怎么写模型的分析和检验这个部分：

模型的分析 ：在建模比赛中模型分析主要有两种，一个是灵敏度(性)分析，另一个是误差分析。灵敏度分析是研究与分析一个系统（或模型）的状态或输出变化对系统参数或周围条件变化的敏感程度的方法。其通用的步骤是：控制其他参数不变的情况下，改变模型中某个重要参数的值，然后观察模型的结果的变化情况。误差分析是指分析模型中的误差来源，或者估算模型中存在的误差，一般用于预测问题或者数值计算类问题。

模型的检验：模型检验可以分为两种，一种是使用模型之前应该进行的检验，例如层次分析法中一致性检验，灰色预测中的准指数规律的检验，这部分内容应该放在模型的建立部分；另一种是使用了模型后对模型的结果进行检验，数模中最常见的是稳定性检验，实际上这里的稳定性检验和前面的灵敏度分析非常类似，等会大家看到例子就明白了。

在美赛的写作中，写的最多的就是灵敏度分析（Sensitivity Analysis），因此这里我们的标题就直接取得是灵敏度分析；如果你既要写灵敏度分析，又要写误差分析（Error Analysis），那么你可以把标题改成： Sensitivity Analysis and Error Analysis

# Model Evaluation and Further Discussion

注：本部分的标题需要根据你的内容进行调整，例如：如果你没有写进一步讨论的话，就直接把标题写成模型的评价。（优缺点一定要写）

## Strengths

这里写论文或者模型的优点

## Weaknesses

这里写缺点：缺点写的个数一般要比优点少

## Further Discussion

进行进一步的讨论，这里可以写模型的改进和拓展：

模型的改进：主要是针对模型中缺点有哪些可以改进的地方；

模型的拓展：将原题的要求进行扩展，进一步讨论模型的实用性和可行性。

# Conclusion

结论部分，这个部分在国赛论文很少见到，但在美赛中出现的频率很高。

这个部分可以是论文中心思想的重申、研究结果或主要观点的归纳，也可以是某些启示性的解释或考虑。

有些论文把“Model Evaluation and Further Discussion”的内容放到了结论部分，这也是可以的，大家可以灵活调整。

# References

参考文献：所有引用他人或公开资料(包括网上资料)的成果必须按照科技论文的规范列出参考文献，并在正文引用处予以标注。

一般新起一页列出参考文献，如果上一个部分的下面有很多空白，那么就不用新起一页了。

美赛中不要出现中文，如果引用中文文献请翻译过来。

# Appendices

|  |
| --- |
| Appendix 1 |
| Introduce: 这里放上附录1的介绍 |
|  |

|  |
| --- |
| Appendix 2 |
| Introduce: 这里放上附录2的介绍 |
|  |

本部分是附录部分，美赛对于附录不是特别看重，今年还限制了论文的页数（从第二页开始编号，不能超过25页）。

一般新起一页列出附录。

在不超过页数限制的条件下，附录中可以包括下面内容：

* 你们写的代码；
* 某一问题的详细证明或求解过程；
* 自己在网上找到的数据；
* 比较大的流程图；
* 较繁杂的图表或计算结果。