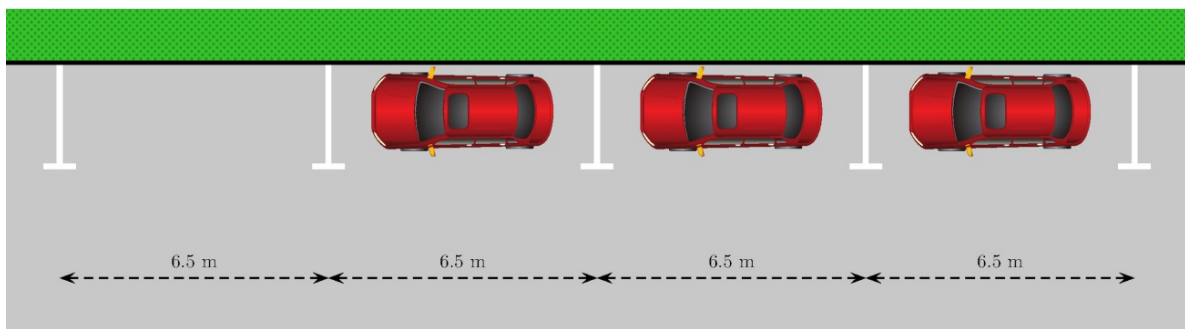




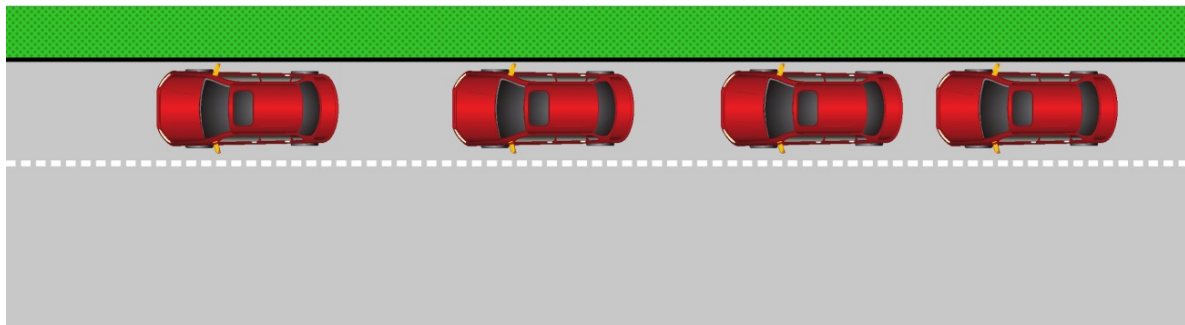
IMMC 2023 Problem C (Greater China, Autumn) (English 简体 繁體)  
(For Teams of Junior Secondary School Only)

### Is the roadside parking zone efficient?

There are two types of organized parallel car parking areas at the roadside: marked parking lots, which are divided into individual parking spaces (Fig.1) and undivided parking lots ("parking zone"), which either have no marking at all or may have a common marking line separating them from the road (Fig.2). Under the Traffic Code, if there are markings for individual parking spaces, drivers must respect them and park only one car in one parking space. In the second case, drivers choose parking spaces within the permitted area freely.



*Figure 1. Parallel parking lot with marking of individual spaces*



*Figure 2. Parallel parking lot without marking of individual spaces, or "parking zone"*

In the case of the standard marking of the first type, the length of each parking space is 6.5 meters, which significantly exceeds the average length of a car and leads to a "sparser" parking than it is possible. At first glance, the "parking zone" could solve this problem because drivers can park as tightly as possible, accommodating more cars on the same street length. However, since cars and other vehicles are noticeably different in length and the drivers choose parking spaces in the free zone arbitrarily, the gaps formed between the cars can be quite big, but still insufficient for parking new arriving cars in them. Which type of parking is better for your city in terms of maximizing the average number of parked cars over a given length of a parking lot?

## Tasks

Assume that all drivers strictly observe the Traffic Code, strictly obey the markings in the parking lot of the first type, and do not “lock up” other parked vehicles in the parking lot of the second type (that is, leave enough space for them to drive out).

1. Determine the distribution of vehicle lengths in your city (i.e., how often vehicles of each possible length are found). It is recommended to present the results as a visualization such as histogram.
2. Examine the length of gaps between parked cars that the drivers leave in order to be able to drive out of the parking lot (provided there is no division into parking spaces). What is the most common length of gap? What is the range of the length of the gap? What is the average length of gap? Etc.
3. Suppose that the marking of a parking lot into individual spaces has been erased and now cars park on it in the optimal way (taking into account the analysis results from tasks 1 and 2). By how much, on average, will the capacity of this parking lot grow?
4. Build a mathematical model that describes the process of parking in a “parking zone” (taking into account arriving and leaving cars and the variability of drivers' behavior when they choose a place to park) and estimate the average number of cars per “parking zone” of a certain length. Data-driven or non-data-driven reasonable assumptions are both acceptable.
5. Compare the efficiency of parking lots for the first and second types in a real application in the city. Which type is more efficient and how much more?
6. How will the comparison results change if you change the assumptions about the standards of driver behavior used in your mathematical model or if the length of the marked parking space is changed from 6.5m to 7.5m or 5.5m?

## Submission

Your solution paper should include a 1-page Summary Sheet. The body cannot exceed 20 pages for a maximum of 21 pages with the Summary Sheet inclusive. The appendices and references should appear at the end of the paper and do not count towards the 21 pages limit.

## Glossary

**Data-driven assumptions** refer to the assumptions about the model that come from real data, such as the average length of parking gaps in one's own community or literature; **non-data-driven assumptions** refer to reasonable assumptions without actual data involved.



IMMC 2023 中华赛 C 题 (秋季赛) (English 简体 繁體)  
(初中组别专用)

### 路边停车区有效率吗?

有两种有组织的路边平行停车区域：有划分标识的停车位，即对停车位作单独划分（如图 1 所示），和未划分的停车位（“停车区”），即停车区域要么根本未作任何标识，要么只有一条共同的标记线将其与道路分开（如图 2 所示）。根据交通规则，如果是单独划分的停车位，司机必须遵守规则，一个停车位只能停一部车；在第二种情形下，司机则可以在允许的停车区内自由选择停车位。

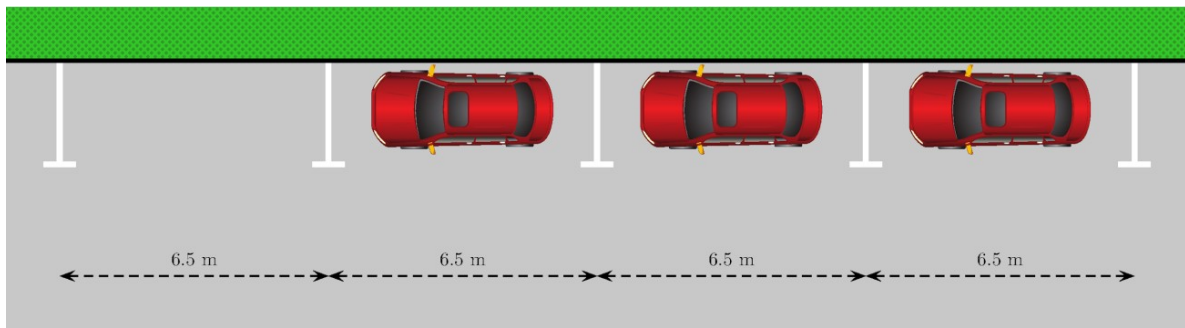


图 1. 有单独划分标识的平行停车位

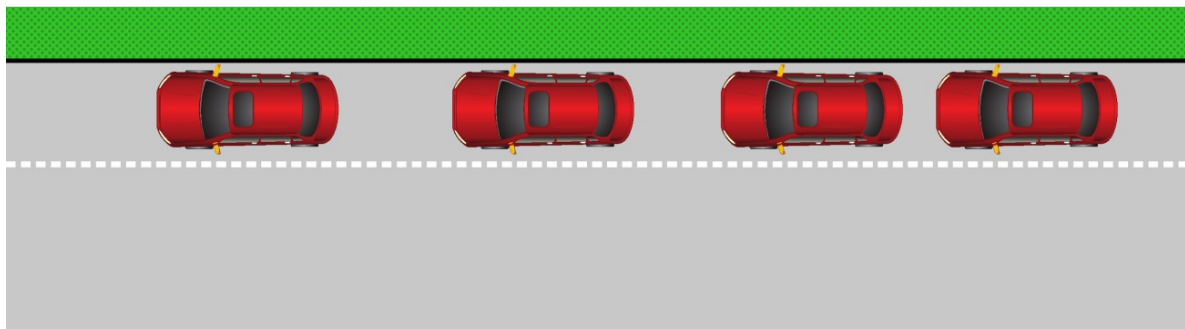


图 2. 未有单独车位划分标识的平行停车区

在第一类的标准标识的情况下，每个停车位的长度为 6.5 米，这显著超过了汽车的平均长度，而导致停车位比可能的更“稀疏”。乍一看，“停车区”可以解决这个问题，因为司机可以尽可能紧凑地停车，在相同的街道长度上可容纳更多的汽车。然而，由于汽车和其他车辆在长度上明显不同，并且司机在自由区内可随意选择停车位，导致汽车间形成的间隙可能很大，却仍不足以将新到的汽车停放其间。试问，在给定长度的停车区域内，就最大化平均停车数量而言，哪种类型的路边停车区更适合你所在的城市？

## 任务

假设所有司机都严格遵守交通规则，即在第一类停车场内遵照标识来停车，在第二类停车场内停车时不会“锁死”其他司机的车辆（即为他们留出足够的空间以便其开车出去）。

1. 确定您所在城市的车辆长度的分布（即发现每种可能长度的车辆的频度）。建议以直方图等可视化形式呈现您的结果。
2. 司机在停车区停放车辆的间隙足以令车辆驶出停车位，请检视停车区车辆间的间隙长度（假定未对停车区划分单独的停车位），例如，最常见的间隙长度是多少？间隙长度的范围如何？间隙的平均长度是多少？等等。
3. 假定单独划分的各停车位的标记被擦除，现在汽车以最优方式停在停车区（参考上述任务 1、2 的分析结果），该停车场的停车容量平均会增长多少？
4. 建立一个描述停车区停车过程的数学模型（须考虑汽车的到达和离开，以及司机在选择一个停车位时的行为的不同变化），并估计一个特定长度的停车区内的平均汽车数量。数据驱动的合理假设，或非数据驱动的合理假设，都可以接受。
5. 在你城市的实际应用中，请比较第一类和第二类停车区，哪种类型的停车效率更高？高多少？
6. 如果对数学模型中所使用的司机行为标准的假设作出改变，或者将标识停车位的长度从 6.5 米更改为 7.5 米或 5.5 米，那么上述效率比较的结果将如何变化？

## 提交

你团队的解决方案论文应包括 1 页的摘要。正文不能超过 20 页，含摘要最多 21 页。附录和参考资料应出现在正文之后，不算在 21 页的限制之内。

## 名词解释

**数据驱动型假设**是指关于模型的假设来自于实际数据，比如自己所在小区里的或来自文献的平均停车间距；**非数据驱动型假设**是指在未有实际数据的情况下所做的假设。



IMMC 2023 中華賽 C 題 (秋季賽) (English 简体 繁體)  
(初中組別專用)

### 路邊停車區有效率嗎？

有兩種有組織的路邊平行停車區：有劃分標識的停車位，即對停車位作單獨劃分（如圖 1 所示），和未劃分的停車位（“停車區”），即停車區域要麼根本未作任何標識，要麼只有一條共同的標記線將其與道路分開（如圖 2 所示）。根據交通規則，如果是單獨劃分的停車位，司機必須遵守規則，一個停車位只能停一部車；在第二種情形下，司機則可以在允許的停車區內自由選擇停車位。

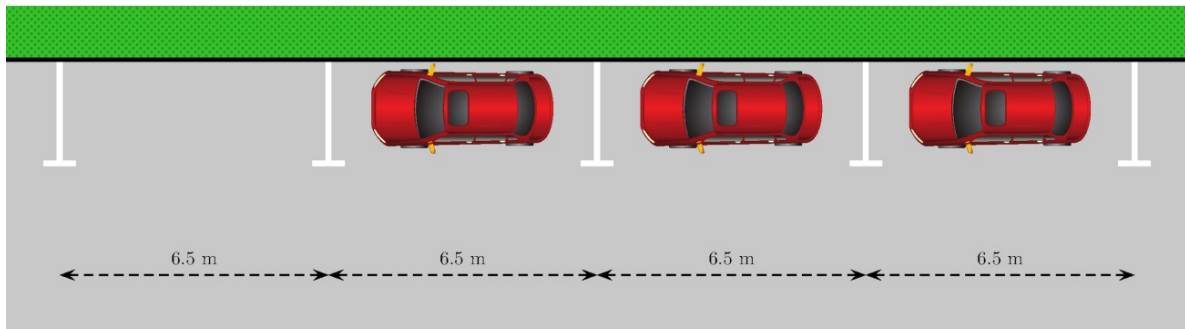


圖1. 有單獨劃分標識的平行停車位

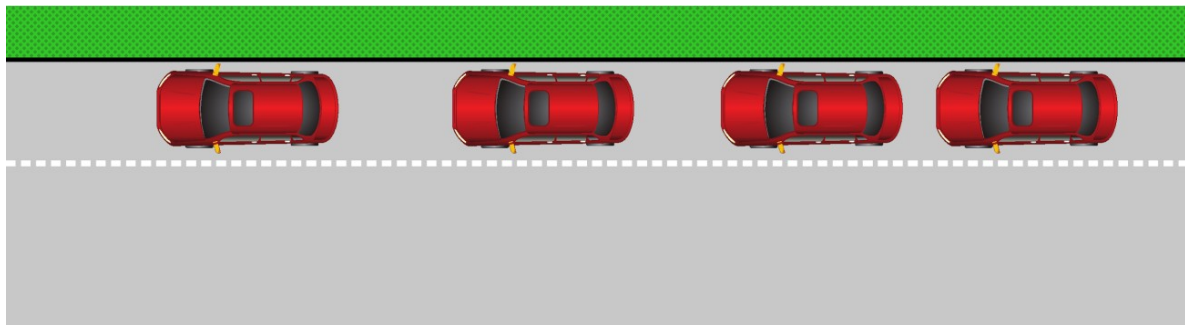


圖2. 未有單獨車位劃分標識的平行停車區

在第一類的標準標識的情況下，每個停車位的長度為 6.5 米，這顯著超過了汽車的平均長度，而導致停車位比可能的更“稀疏”。乍一看，「停車區」可以解決這個問題，因為司機可以盡可能緊湊地停車，在相同的街道長度上可容納更多的汽車。然而，由於汽車和其他車輛在長度上明顯不同，並且司機在自由區內可隨意選擇停車位，導致汽車間形成的間隙可能很大，卻仍不足以將新到的汽車停放其間。試問，在給定長度的停車區域內，就最大化平均停車數量而言，哪種類型的路邊停車區更適合你所在的城市？

## 任務

假設所有司機都嚴格遵守交通規則，即在第一類停車場內遵照標識來停車，在第二類停車場內停車時不會「鎖死」其他司機的車輛（即為他們留出足夠的空間以便其開車出去）。

1. 確定您所在城市的車輛長度的分佈（即發現每種可能長度的車輛的頻度）。建議以直方圖等可視化形式呈現您的結果。
2. 司機在停車區停放車輛的間隙足以令車輛駛出停車位，請檢視停車區車輛間的間隙長度（假定未對停車區劃分單獨的停車位），例如，最常見的間隙長度是多少？間隙長度的範圍如何？間隙的平均長度是多少？等等。
3. 假定單獨劃分的各停車位的標記被擦除，現在汽車以最優方式停在停車區（參考上述任務 1、2 的分析結果），該停車場的停車容量平均會增長多少？
4. 建立一個描述停車區停車過程的數學模型（須考慮汽車的到達和離開，以及司機在選擇一個停車位時的行為的不同變化），並估計一個特定長度的停車區內的平均汽車數量。數據驅動的合理假設，或非數據驅動的合理假設，都可以接受。
5. 在你城市的實際應用中，請比較第一類和第二類停車區，哪種類型的停車效率更高？高多少？
6. 如果對數學模型中所使用的司機行為標準的假設作出改變，或者將標識停車位的長度從 6.5 米更改為 7.5 米 或 5.5 米，那麼上述效率比較的結果將如何變化？

## 提交

你團隊的解決方案論文應包括 1 頁的摘要。正文不能超過 20 頁，含摘要最多 21 頁。附錄和參考資料應出現在正文之後，不算在 21 頁的限制之內。

## 名詞解釋

**數據驅動型假設**是指關於模型的假設來自於實際數據，比如自己所在小區里的或來自文獻的平均停車間距；**非數據驅動型假設**是指在未有實際數據的情況下所做的假設。