



上海科技大学
ShanghaiTech University

“马克思主义基本原理概论” 课程作业

题 目： 对“忒修斯之船”问题的重构与思考

学生姓名： 刘承奇

学 号： 2018533249

入学年份： 2018 年

所在学院： 信息学院

攻读专业： 计算机科学与技术

指导教师： 乔戈

上海科技大学

2020 年 10 月



对“忒修斯之船”问题的重构与思考

1. 重构“忒修斯之船”问题

“忒修斯之船 (The Ship of Theseus)”是关于物的同一性的一个古老而经典问题。它最早在公元 1 世纪由古罗马哲学家普鲁塔克提出, 17 世纪的哲学家霍布斯在《论物体》中又对其进行了拓展, 成为如今我们所熟悉的版本。[1]

这个问题的原始版本大致如下: 有一艘名为“忒修斯之船”的古老战船, 如果船上的木头被逐渐替换, 直到所有的木头都不是原来的木头, 那这艘船还是原来的那艘船吗? [2]

霍布斯将这个问题进一步拓展为: 如果用从“忒修斯之船”上取下来的老部件来重新建造一艘新的船, 那么和翻修的船相比, 哪艘才是真正的“忒修斯之船”? [2]

我们将这个问题重构如下:

为简单起见, 我们假设“忒修斯之船”的结构非常简单, 并且船上的每一块木板之间也没有太大的差异。令集合 $A = \{a_1, a_2, a_3, \dots, a_n\}$ 表示最初的“忒修斯之船”, a_i 表示船上的一块木板 (假设船上总共有 n 个木板)。为了表示时间的延续, 我们引入时间变量 t , 将船 A 表示为 $A(t)$ 。初始 $t = 0$, $A(0) = \{a_1, a_2, a_3, \dots, a_n\}$ 。为简单起见, 假设在单位时间内仅更换一块木板 a_i 为 b_i 。因此, $A(1) = \{b_1, a_2, a_3, \dots, a_n\}$, $A(2) = \{b_1, b_2, a_3, \dots, a_n\}$, ..., $A(n) = \{b_1, b_2, b_3, \dots, b_n\}$ 。原始的“忒修斯之船”问题即可表述为: 经过这 n 次更换后, 是否仍有 $A(n) = A(0)$?

霍布斯拓展后的问题可以重构为: 新构建一个空的集合 $B(0) = \{\}$, 表示用拆下来的木板构建的新船。每次向 B 中塞入 A 拆下来的木板: $B(1) = \{a_1\}$, $B(2) = \{a_1, a_2\}$, ..., $B(n) = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ 。最终是否有 $B(n) = A(0)$? $B(n) = A(0)$ 和 $A(n) = A(0)$ 是否同时成立?

从集合的角度而言, 显然有 $B(n) = A(0)$, 因为这两个集合所包含的元素是完全一致的, 即这两艘船里的木板是一模一样的。但我们不能就此武断地判断 $B(n)$ 是“忒修斯之船”而 $A(n)$ 不是。如下分析将进一步揭示出该问题的矛盾之处:

推论 1: 常识告诉我们, 对一个物体持续进行适度维修并不会导致它变成其它的东西, 因此有 $A(n) = A(0)$ 。

推论 2: 常识告诉我们, 把一个物体持续地拆卸再重装完毕, 并不会导致它变成其它的东西, 因此有 $B(n) = A(0)$ 。

推论 3: 相同的物体具有传递性, 即如果 A 和 B 相同, B 和 C 相同, 那么 A 和 C 也相同。因此从推论 1 和推论 2 得出结论: $A(n) = B(n)$ 。

推论 4: 同一个物体在同一个时间点应当具有唯一性, 它不可能变成两个物体, 因此有 $A(n) \neq B(n)$, 然而这与推论 3 矛盾。

这就是“忒修斯之船”亦被称为“忒修斯悖论”的原因, 长期以来许多哲学家对此进行了研究, 提出了很多解决方案, 但其中没有一种称得上是完美的。

2. 历史上的解决方案

既然在推断的过程中出现了矛盾, 那么为了解决这个矛盾, 必然要否决掉其中的至少一个推断步骤, 针对这四步推论的否定方案在历史上都曾经出现过。[3]

2.1 否定推论 1



部分学本质主义(mereological essentialism)的持有者,如齐硕姆((Roderick Chisholm)主张,一个物体的任何一部分都是这个物体的本质,如果它发生了改变,那么这个物体也就不是原来的物体了。[4]在这种主张下,只有拆装成的船 $B(n)$ 才是“忒修斯之船”。

这种理解相对较为严谨,但却会导致一些和生活经验不相符的奇怪推论。如古希腊哲学家赫拉克利特所描述的那样,“人不能两次踏进同一条河流”。因为河流随时间明显发生了变化,从而不是原来的河流了。这显然有悖于我们日常的理解,因为尽管构成一条河的水分子发生了很大的变化,但这并没有改变这条河仍然是这条河的性质。因此我们当然可以说这条河仍然是原来的河,也可以说更换一块木板之后的船仍然是“忒修斯之船”。

2.2 否定推论 2

牛津大学的 E.J.Lowe 主张否定该推论。[5]具体而言,他主张将“原船直接拆装”和“一边修复一边拆装”视作两种不同的情况讨论。在直接拆装过程中,拆下来的木板还是“忒修斯之船”的组成部分,因而最后拼成的船仍然是忒修斯之船。而在“一边修复一边拆装”的过程中,“忒修斯之船”已经换上了新的木板,它的概念变成了换有新木板的船,因而这个时候拆下来的旧木板已并非是“忒修斯之船”的组成部分,由这些木板装成的船也就不是“忒修斯之船”了,因此只有修复之后的船 $A(n)$ 才是“忒修斯之船”。用我们的重构符号可表示为: $\forall t_i$,“忒修斯之船”都为 $A(t_i)$ 。

这种理解看似较为严谨,但其中仍然存在问题。其关键在于,该理论默认了对于旧的“忒修斯之船”的修复改是不改变其船的性质质的修复。我们可以假设,在更换旧木板的时候不是换成了新木板,而是换成了一块金属板,最终把这个古希腊的战船变成了一条现代小船(甚至不是船的其它东西),而 $B(n)$ 仍然是由拆下来的木板按照原样装成的古希腊战船。这样一来, $B(n)$ 更应当是“忒修斯之船”。

2.3 否定推论 3

即否定同一性具有传递性。如皮卡普(Pickup)认为, $A(n) = A(0)$ 和 $B(n) = A(0)$ 发生在不同的条件背景下,因而根本就不能发生传递。[6]“单独修复”、“单独拆装”和“一边修复一边拆装”是不同的环境,不能混为一谈。这种理论没有回答“哪一个才是忒修斯之船”的问题,而是对悖论本身做出了推翻。它认为“忒修斯之船”的推理过程存在错误,这个问题也缺乏足够的条件来给出回答。

这种理论巧妙地解决了悖论,但却违背了“唯 X 和 Y 原理”。该原理认为,两个物体(X 和 Y)之间是否相关,应当只依赖于这两个物体本身,而不依赖于除了它们之外的其它事物。这是和我们生活经验相符合的直观推论。如果我们在考虑同一性的传递时需要把其它因素(诸如修船的具体步骤)都考虑进去,那么就违背了“唯 X 和 Y 原理”。

2.4 否定推论 4

推论 4 是一个明显符合事实的结果:日常生活中的物体不可能在同一时间出现两个。因而它不太可能被否定。不过有学者认为,在“忒修斯之船”经历了“一边修复一边拆装”的过程后,原有的“忒修斯之船”的概念其实变成了两个,因而两艘船都是“忒修斯之船”[7]。用我们的重构符号可表示为: $A(n) = A(0)$ 且 $B(n) = A'(0), A'(0) \neq A(0)$ 。

这种理论并不能很好地解释两种“忒修斯之船”的概念差别在哪里,也没有很好地说明“忒修斯之船”分化成两个不同的概念具有什么意义。在通常的思维看来,经过“一边修复一边拆装”这个步骤后,“忒修斯之船”的概念就变成了两个,这是难以理解的。

2.5 其它方案

对于“忒修斯之船”问题,历史上存在着许多其它解决方案,它们有的否定掉了多个推论,有的直接认为这个问题本身就是存在问题的。

例如,四维唯物主义持有者认为,同一个物体仅仅存在于时空中的一个单独的点,哪怕发生一瞬间的变化,它就不再是原来的那个物体了[8]。即: $A(n) \neq A(0)$ 且 $B(n) \neq$



$A(0)$ 。这种观点比部分学本质主义还要更为严谨和极端，我们同样可以借助“人不能两次踏进同一条河流”的例子来佐证其在一定程度上缺乏实用性。

虚无论(Nihilism about composition)的持有者则认为，世界上的万事万物都不存在“整体”的概念，而是仅仅由微观的基本物体所构成[9]。这种观点否定了“整体”这个概念，使得关于同一性问题的讨论变得没有意义了。然而，在实际生活中显然是存在着“整体”这一概念的。

3. 提出解决方案

3.1 方案背景

不难发现，在现实生活中，“同一性”问题往往依照对物体的使用方式和目的的不同，从而按照实践的角度对物体进行不同的“同一性”划分。例如，日常生活中人们往往把各种宏观物体作为一个整体看待，而化学工作者则把构成各种物体的分子和原子作为一个个小的整体进行研究，而基础物理工作者又会把原子继续细分成更小的粒子作为整体来研究。又比如，一个乐队一直在更换成员却没有改变名字，偶尔听说过的人可能觉得这个乐队仍是原来的乐队，然而每次都去听演奏的狂热爱好者则可能认为它已经不再是最初的那个乐队了。

通过上述案例不难得出结论，“跨时间同一性”是人们的一种对于客观事物的主观理解，它会因人们不同的使用目的和对事物主体不同的判断从而导致不同的结果。事实上，已经有学者指出，根本就不存在关于跨时间同一的标准。[10]因此“忒修斯之船”问题将永远无法得到一个完美的解决方案。

那么，我们不妨从实用主义的角度，将霍布斯的“忒修斯之船”问题转化为：如何在不同的使用场景和目的下，从这两艘船中选择出一艘最合适的“忒修斯之船”？这将比起无法得到结果的讨论更具有实践价值。此外，考虑到不同的人群会给出不同的理解和答案，这种新的解决方案应当具有一定的普适性，也应当能够清楚地说明造成不同结论之间差异的原因。

3.2 方案概述

我尝试通过数学方法定量计算解决这个问题。

首先，给船上的所有木板一一编号，使其具有顺序，如此即可将一艘船 $A(t)$ 定义为向量而非集合，例如， $A(0) = (a_1, a_2, a_3, \dots, a_n)$ ， $A(n) = (b_1, b_2, b_3, \dots, b_n)$ 。

随后，借助向量的二范数定义表示两个向量（即两艘船）之间的差异程度：令 $Diff(A, B) = \|A - B\|_2 = \sqrt{\sum_{i=1}^n (A_i - B_i)^2}$ （更一般地，我们也可以用 p 范数来表示，即令 $Diff(A, B) = \|A - B\|_p$ ，其中 $p \in [1, +\infty)$ ）。倘若一艘船和“忒修斯之船”的差异超过了某个上限值 δ ($\delta > 0$)，我们就可以判定其不是“忒修斯之船”。

这种算法用伪代码可以表示为：

Algorithm: 1 Judge the ship of Theseus

Input: X : the given ship, A : the ship of Theseus, δ : the limit

Output: A boolean *result*: whether the ship is the ship of Theseus.

```

1: function JUDGE( $X, A, \delta$ )
2:    $result \leftarrow 0$ 
3:    $a \leftarrow Diff(X, A)$ 
4:   if  $a > \delta$  then
5:      $return \leftarrow false$ 
6:   else
7:      $return \leftarrow true$ 
8:   end if
9:   return result
10: end function
```



在实际使用中,“忒修斯之船”的基准 A 和上限值 δ 可以依赖实际需要选取,问题的答案也会因此有所不同。具体而言,如果判断者是一名仍然驾驶“忒修斯之船”的水手,他可能会选取 $A(n)$ 为基准,得出“拆装船为忒修斯之船”的结论。而如果是一名博物馆的人员,他可能会选择 $A(0)$ 为基准,得出“修补后的船为忒修斯之船”的结论。 δ 值的选取则取决于判定标准的严格程度。如果这个人性格严谨, δ 就会被设定得较小,此时一般得出的“忒修斯之船”就是唯一的,但在一些极端情况下他可能会认为这两艘船都不是“忒修斯之船”。如果这个人性格很马虎, δ 就会较大,如果 δ 的取值过大,他可能会认为两艘船差不多都可以当做是忒修斯之船。

如果必须要从这两艘船中选出一艘作为“忒修斯之船”,则需要避免 δ 过小或过大情况。此时可修改算法,选出与“忒修斯之船”差异最小的船即可。

用伪代码可以表示为:

Algorithm: 2 Judge the ship of Theseus

Input: X : a list of given ships, A : the ship of Theseus.

Output: \hat{A} : the Theseus ship in X .

```

1: function JUDGE( $X, A$ )
2:    $m \leftarrow \text{length of } X$ 
3:    $L \leftarrow \text{an array of } m \text{ numbers}$ 
4:   for  $i \leftarrow 0, 1, \dots, m-1$  do
5:      $L[i] \leftarrow \text{Diff}(X_i, A)$ 
6:   end for
7:    $k \leftarrow \text{argument that } L[k] \text{ is the minimum of } L$ 
8:    $\hat{A} \leftarrow X[k]$ 
9:   return  $\hat{A}$ 
10: end function

```

在仅有两艘船的情况下,简单地令 $\delta = \frac{\text{Diff}(X_1, A) + \text{Diff}(X_2, A)}{2}$ 即可将算法 1 转化为算法 2。

该方法可以简单拓展到有多艘船的情况。假设我们有 m 艘船 X_1, X_2, \dots, X_m ,则对于算法 1,只需为每艘船运行该算法;对于算法 2,只需将输入的列表设置为 $X = (X_1, X_2, \dots, X_m)$ 。

此外,考虑到在现实生活中,我们的判断标准不仅受到变化程度的影响,可能同时还受到观测时间间隔长短的影响。我们可以假设“忒修斯之船”每天都在更新一些部件,倘若你每天都去看它,可能会觉得它变化不大;而如果隔了一年才去看它,则可能觉得它不是原来的“忒修斯之船”了。针对这种现象,我们可以在 Diff 函数中引入与时间有关的系数,例如令

$$\text{Diff}(A(t_a), B(t_b)) = \frac{\|A-B\|_2}{|t_a - t_b|} = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (A_i - B_i)^2}}{|t_a - t_b|}, \text{ 使得该算法更贴近日常生活中的情况。}$$

3.3 对该方案的思考

该判别方案在一些细节上似乎显得过于武断而难以让人接收。例如,当更换前一个木板之前,该船和“忒修斯之船”的差异值可能小于 δ ,从而是“忒修斯之船”。然而当更换完这块木板后,差异值就可能大于 δ ,这艘船就不是“忒修斯之船”了。这样突兀的变化似乎欠缺一定的合理性。

对此我的看法是,既然“忒修斯之船”问题本身尚无完美方案,也不存在关于跨时间同一的标准。[10]那么,在无法提出完美方案的情况下,这种基于定量计算的方案是一种有效且实用的解决方式。

对于在临界情况下更换一块木板导致其不是“忒修斯之船”是否合理,我认为这在一定程度上是可以接受的。因为在更换这块木板之前做的大量更换工作已使得这艘船和“忒修斯之船”的差异值接近 δ ,这意味着它已经很勉强才能被认为是“忒修斯之船”了,新更换的木板只是“量变导致质变”的一种反映而已。

3.4 方案总结

由于“跨时间同一性”是一种从客观事物中得出的主观性质，会依赖观测者的不同目的而发生改变，“忒修斯之船”问题将永远无法得出完美的解决方案。因此，该方案转而从实用主义的角度，从两艘船中选取最适合的一艘作为“忒修斯之船”。不同的人群可以根据不同的实际需要，选取不同的基准 A 和上限值 δ ，对两艘船做出最合适的判断。这使得该解决方案更具有普适性和实践价值。

4. “忒修斯之船”问题的实际应用

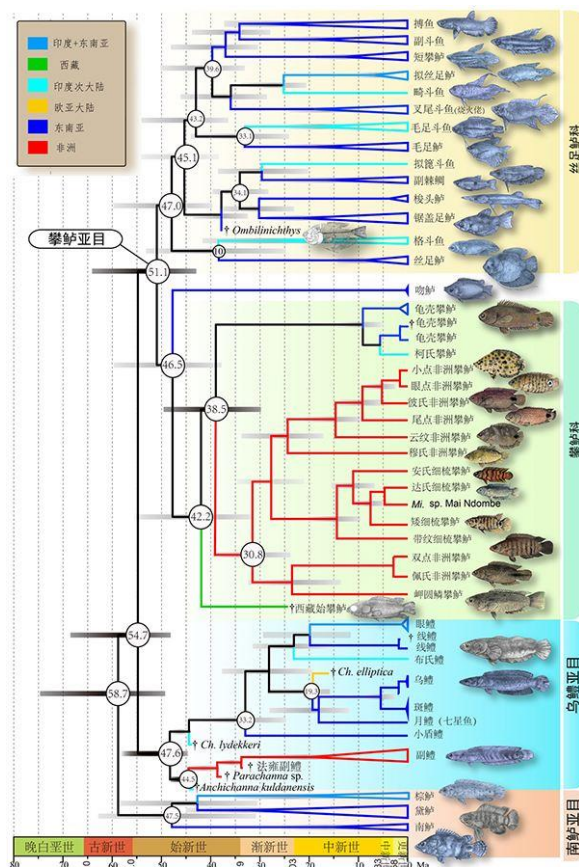
“忒修斯之船”问题不仅仅是一个哲学的思想实验，它在其它学科中也存在着一些现实的应用。

例如，在生物进化的过程中，基因的微小突变会不断累积，再由于隔离因素导致新物种的诞生。那么该怎样界定它是否分化出新的物种？又该怎样界定新物种诞生的大体时间点？

在这个问题中，生物学家以“是否产生生殖隔离”作为新的物种诞生的依据，也就是作为产生质变的标志。而基因突变的程度会在 DNA 序列中留下痕迹，两条 DNA 序列之间的差异则相对容易观测。不妨假设在任何一段时间中基因发生的突变程度是大致相同的，从而就可以通过两者基因的差异程度逆推出物种发生演化的大致时间。这种技术被称作“分子钟”。

(图 1) $[11][12]$

因此,“忒修斯之船”问题不仅是一个研究“同一性”的优秀思想实验,也具有相当程度的现实意义,在现实生活中的这些解决方案也为解决“忒修斯之船”问题提供了一些思路。



(图 1: 由“分子钟”得到的迷鳃鱼类演化图)



参考文献

- [1] 10 个著名的思想实验[OL].(2011-12-02)[2020-11-01] .
<https://www.cnbeta.com/articles/164162.htm>
- [2] 忒修斯之船（悖论）[OL].(2011-12-02)[2020-11-01]
[https://baike.baidu.com/item/%E5%BF%92%E4%BF%AE%E6%96%AF%E4%B9%8B%E8%88%B9/19890027?fr=aladdin#reference-\[1\]-20608199-wrap](https://baike.baidu.com/item/%E5%BF%92%E4%BF%AE%E6%96%AF%E4%B9%8B%E8%88%B9/19890027?fr=aladdin#reference-[1]-20608199-wrap)
- [3] 苏德超.忒修斯之船与跨时间的同一性[J].陕西师范大学学报(哲学社会科学版),2017,46(1):17-25[2020-11-01]
<https://xueshu.baidu.com/usercenter/paper/show?paperid=6aff87c60c58048528724eb7279ccc1f>
- [4] CHISHOLM R M. Person and Object: A Metaphysical Study[M]. London: George Allen and Unwin, 1976. [2020-11-01]
- [5] LOWE E J A. Survey Of Metaphysics[M]. Oxford: Oxford University Press, 2002. [2020-11-01]
- [6] PICKUP M. A Situationalism Solution to the Ship of Theseus Puzzle[EB / OL]. [2020-11-01]
https://xueshu.baidu.com/usercenter/paper/show?paperid=03ab97d499e47a2acaa4af29a654d58b&site=xueshu_se
- [7] HUGHES C. Same—Kind Coincidence and the Ship of Theseus[J]. Mind 1997(1). [2020-11-01]
- [8] 月桥红药.“求知”促使人们成长为主观四维唯物主义者[OL](2010-08-25) [2020-11-01]
http://www.360doc.com/content/10/0825/15/2476506_48685217.shtml
- [9] Jared Woodard. Why Nihilism About Composition Is Simpler Than It Looks [EB/OL] [2020-11-01]
https://xueshu.baidu.com/usercenter/paper/show?paperid=7b1b6e60cf547aa5beb54b685e378d38&site=xueshu_se
- [10] 刘振.论忒修斯之船问题及其解决——对 E.J.劳连续历史解释方案的批判[J].自然辩证法研究,2015,31(7):9-14[2020-11-01]
https://xueshu.baidu.com/usercenter/paper/show?paperid=eb0f476af04c823b6200a24022510511&site=xueshu_se
- [11] 进化分子钟[OL].(2011-12-02)[2020-11-01]
<https://baike.baidu.com/item/%E8%BF%9B%E5%8C%96%E5%88%86%E5%AD%90%E9%92%9F/14120733?fr=aladdin>
- [12] 吴飞翔.化石校正分子钟揭秘迷鳃鱼类演化谜题[EB/OL] (2019-04-10) [2020-11-01]
<http://castt.ac.cn/news/detail/10174.html>