

演绎推理和模糊推理在潜艇攻击中的运用研究

Applications of Deductive Reasoning and Fuzzy Reasoning in Submarine Attack

夏佩伦

(海军潜艇学院, 山东 青岛 266042)



夏佩伦

海军潜艇学院教授, 教学名师, 硕士研究生导师, 军队院校育才奖银奖获得者, 《电光与控制》编委。获军队科技进步奖 6 项, 海军优秀教材一、二等奖各 1 项, 出版专著、海军级重点教材各 1 部, 发表论文 90 余篇。主要研究领域为目标跟踪与信息融合。

0 引言

潜艇攻击理论是潜艇作战平台使用硬杀伤武器对敌水面舰船或潜艇实施攻击所涉及的一种理论, 它是潜艇进攻作战的基本依据, 包括武器瞄准理论、潜艇攻击决策理论、潜艇攻击机动理论、目标运动分析理论、武器射击理论、武器命中效果分析理论、潜艇攻击组织与指挥理论等。这些理论紧紧围绕一个共同目标而展开, 即争取取得预想攻击效果, 实现对被攻目标毁伤, 同时保证本艇安全。

毫无疑问, 潜艇攻击过程中会涉及大量的推断问题, 如, 被攻击目标是否存在? 它位处何方? 如何运动? 它是何种类型目标? 它的反探测能力如何? 它对我潜艇有何威胁? 如何依据目标方位变化情况判断敌我概略态势? 我潜艇应如何实

介绍两种常见的推理方法——演绎推理和模糊推理, 并研究其在潜艇攻击中的运用问题。对两种推理方法进行了对比评述, 揭示了二者形式的相似性和本质的根本差异。以潜艇攻击为应用背景, 说明两种推理方法在潜艇攻击理论中的重要地位。根据两种推理方法的特点, 总结在潜艇攻击中“放心使用”严密演绎推理结论和“审慎使用”模糊推理结论的基本运用原则。

关键词: 潜艇攻击; 演绎推理; 模糊推理

中图分类号: B812.23; E843

文章编号: 1671-637X(2015)05-0001-05

施接敌? 如何确定武器射击阵位? 我潜艇何时转入占位机动? 如何机动? 潜艇改变机动策略对占位效果有何影响? 等等。回答这些问题, 常常需要借助各种推理技术。

演绎推理和模糊推理都是十分常用的推理技术, 二者既有着严格的区分, 又有着惊人的相似性, 它们都可在潜艇攻击中发挥重要作用。本文对这两种推理技术进行简要介绍和评述, 并就其在潜艇攻击中的应用进行探讨。

1 演绎推理

所谓演绎推理 (Deductive Reasoning) 就是从多个被认为正确的前提出发, 通过推导即“演绎”, 得出具体陈述或个别结论的逻辑过程^[1]。由于一般性前提所具有的普遍性和针对个别结论的特殊性, 因此, 演绎推理也被称为是从一般(或普遍)到特殊的推理。

亚里士多德是系统研究演绎推理的第一人, 经他系统研究的演绎推理方法对人类科学发展起到了巨大的推动作用。演绎推理的光辉典范是古希腊数学家欧几里德几何学, 它从为数极少的公理出发, 借助

亚里士多德的演绎推理方法, 构建了经典几何学大厦。

演绎推理是严格的逻辑推理, 它可以表示为一个三段论模式, 即由大前提、小前提和结论组成一个完整的演绎推理过程。其中: 大前提是已知的一般原理; 小前提是所研究的特殊情况; 结论是据一般原理对特殊情况做出的判断。用集合论的观点来讲, 即:

大前提 集合 M 的所有元素都具有性质 P ;

小前提 S 是 M 的一个子集;

结论 S 中所有的元素都具有性质 P 。

在演绎推理中, 也将 P 称作大项、 M 称作中项、 S 称作小项。上述三段论常用以下的抽象形式描述^[2]为

大前提 如果 M , 则 P ;

小前提 S 是 M ;

结论 S 是 P 。

演绎推理的严格性在于, 首先, 推理过程中涉及的概念(即 M, P, S) 是抽象、清晰、无二义的。大前提和小前提中的中项 M 具体代表什么无关紧要, 重要的是它们必须是完全一致的; 其次, 大小前提的判断必须是真实正确的。演绎推理的正确性与

否首先取决于大前提的正确与否,如果大前提错了,结论自然不会正确。只要能保证这种严格性,即保证前提和推理形式正确,则演绎推理的结论必定正确。

亚里士多德给出了如下的例子来说明演绎推理原理和过程^[1],即:

大前提 人皆有一死;

小前提 苏格拉底是人;

结论 苏格拉底必死。

这个例子中的前提皆为真,因此,推理结论是可信的。

演绎推理过程简明而清晰,加之其所具有的严格性和可靠性,使其具有令人信服的论证作用,十分有助于科学的理论化和系统化。

2 演绎推理在潜艇攻击中的运用

潜艇攻击理论的建立和完善过程中,演绎推理发挥了十分重要的作用。其中的许多内容,如武器瞄准射击原理、目标运动参数测定原理、敌我态势判断原理、潜艇攻击机动原理等,都离不开演绎推理的支撑,它们都是以几何学等严密科学的有关结论为基础,演绎出各自的严格理论体系。潜艇攻击理论的许多结论都是运用演绎推理得出的。

如鱼雷射击命中原理的基本结论:命中角等于提前角和目标舷角之和^[3]。为了说明其中的演绎推理过程,给出如图1所示的鱼雷射击三角形。

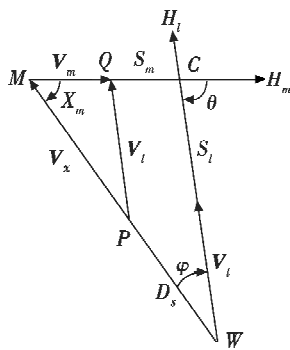


图1 鱼雷射击三角形

Fig. 1 Torpedo firing triangle

图1中:目标位于M点;潜艇位于W点;目标以航向 H_m ,速度 V_m 做定向定速运动。潜艇往目标的前方沿航向 H_t 发射鱼雷,即鱼雷航向为 H_t ,假定鱼雷速度为 V_t ,则如果鱼雷航向选定合适的话,鱼雷将在C点与目标相遇,即命中目标。这种情况下,称W,M,C三点构成的三角形为射击三角形。在射击三角形中,M,C两点构成的边称为目标航程,用 S_m 表示;W,C两点构成的边称为鱼雷航程,用 S_t 表示;M,W两点构成的边称为射距,用 D_s 表示。图中还有3个角度 X_m , φ 和 θ ,分别称为目标舷角、提前角和命中角。显然,上述命中角等于提前角和目标舷角之和的论断源自以下简单的演绎推理过程,即:

大前提 三角形的外角等于不相邻的两个内角之和;

小前提 射击三角形是一个三角形,命中角是该射击三角形的一个外角,它的两个不相邻内角分别是提前角和目标舷角;

结论 命中角等于提前角和目标舷角之和。

该推理的大前提是经典平面几何学中的熟知结论,因而是正确的;小前提为事实;推理形式也是严格无误的,因此,可以推定推理结论正确可信。

还有一些结论则是多次运用演绎推理的结果。仍以图1所示的射击瞄准问题为例,核心问题是确定鱼雷的射向 H_t 。显然,它可以通过提前角 φ 来确定,即鱼雷射向确定问题可转化为计算提前角来解决。提前角的计算公式就可以通过一系列的演绎推理来得出。具体的推理方案可能有多种,以下给出一种。该方案用到了鱼雷和目标的的速度矢量,假定仍分别用 V_t 和 V_m 表示,即图1中沿鱼雷航向和目标航向上两个较短的矢量。由于矢量具有平移不变性,将鱼雷速度矢量 V_t 平移至与目标速度矢

量 V_m 相交于Q点,则这两个矢量尾部的连线也构成一个速度矢量,显然它是目标和鱼雷之间的相对速度矢量,用 V_x 表示。3个速度矢量也构成1个三角形,称为速度三角形,其另一个顶点用P表示。以下是确定提前角的推理过程。

构成提前角的条件:鱼雷与目标相遇,即鱼雷命中目标。

鱼雷与目标相遇的必要条件:鱼雷与目标同时到达一点(相遇点C),即二者到达相遇点的时间相等,即

$$\frac{S_m}{V_m} = \frac{S_t}{V_t} \quad (1)$$

由比例的更比性质有

$$\frac{S_m}{S_t} = \frac{V_m \Delta}{V_t} m \quad (2)$$

式中, m 为(目标与鱼雷的)速度比。

因对应边成比例的三角形为相似三角形,因此射击三角形与速度三角形相似。在速度三角形中,由三角形正弦定理,有

$$\angle MPQ = \arcsin(m \sin X_m) \quad (3)$$

因射击三角形与速度三角形相似,而相似三角形的对应角相等,因此得提前角计算式,即

$$\varphi = \angle MPQ = \arcsin(m \sin X_m) \quad (4)$$

至此,鱼雷射向确定问题得以解决。

由于有演绎推理严密性的保证,这类由演绎推理得出的结论可以“放心使用”。熟记其中的常用结论可在攻击过程中带来很大的便利,甚至争取到更为有利的攻击机会或更大战果。比如,使用直进射击方式发射鱼雷对敌攻击时,需要根据敌航向和预定命中角确定潜艇射击时的航向(称为我艇战斗航向)。其计算式为我艇战斗航向 $=H_m \pm (180^\circ - |\theta|)$ (5) 式中,“ \pm ”的取法为攻敌左舷取“+”,攻敌右舷取“-”。

如舰首鱼雷直进攻击,攻敌左舷,敌向 185° ,拟采用 80° 命中角射击,则可迅速计算出我艇战斗航向为 285° 。

再如,由于目标航向、舷角和方位之间存在如下的严格关系

$$H_m = \text{反方位} - X_m \quad (6)$$

式中:目标舷角 X_m 为带方向(即有“±”)的量,“±”的取法为左舷取“-”,右舷取“+”;反方位为与目标方位角相差 180° 的方向角,即目标看向潜艇的方位角。若测得目标方位 230° 、目标舷角右舷 45° ,则潜艇指挥员应立即能确定目标航向为 5° ,从而可以迅速在头脑中构建起基本的敌我态势,为接下来的攻击决策打下基础。

需要强调的是,前述在潜艇攻击中“放心使用”的原则是针对前提正确且推理过程严密的演绎推理结论的。在实际的应用条件下,可能不具备这种绝对的正确性和严密性,此种情形是否能借用相关的推理结论,就不可一概而论了。比如,按式(4)计算所得的提前角,因实际攻击应用中目标速度和鱼雷速度都会有误差,导致计算提前角误差。能否用这个有误差的提前角来控制鱼雷射击,显然需要考虑目标和鱼雷速度误差大小、目标的尺度、期望的命中概率等因素。

3 模糊推理

模糊性(Fuzziness)是指概念内涵或外延不清晰所致的不确定性,它在现实问题中广泛存在,显然,演绎推理无法处理含有模糊性概念的推理问题。模糊推理(Fuzzy Reasoning)则是能够处理模糊性的一种推理技术,它是以由美国加州大学伯克利分校的 ZADEH 教授提出的模糊集合论为基础的不确定性推理技术^[4]。

在形式上,模糊推理借用了演绎推理的基本框架,它也可用一个三段论来抽象,即:

大前提 如果 M , 则 P ;

小前提 S 是 M' ;

结论 S 是 P' 。

形式上看,模糊推理与演绎推理十分相似,但它们之间存在本质的区别。在模糊推理中, M, P, S 等所代表的都可能是模糊集合,且大、小前提中的 M 和 M' 可能并不相同但有一定的相似性,结论中的 P' 和大前提中的 P 也可能不相同,但有一定相似性。此外,模糊推理中的大前提一般并非绝对正确或真实的结论,它多是基于观察或经验所得的相对可靠的认知。

由于模糊推理不具备演绎推理的严密性和严格性,模糊推理的结论没有绝对的可靠性。模糊推理所追求的是推理结论的合理性。

一个常用于说明模糊推理原理和过程的例子为:

大前提 西红柿红了,则它熟了;

小前提 这个西红柿有点红;

结论 它基本熟了。

这个例子中的大前提并非严格意义的真实,但基于生活中的观察可以认为是可信的。推理结论不能说绝对正确,但较为合理。

通过这个例子还可以看出模糊推理与演绎推理的另一个显著区别:同一个问题,演绎推理的正确结论是唯一的,无论谁来完成该推理,结论应该是一致的;模糊推理结论则没有这种唯一性,不同的人可能得出不同的结论,当然,相对合理的结论应该是相似的^[5-6]。

为了实现上述推理过程,需要解决两个基本问题。仍以前述抽象推理框架的符号来说明。首先是建立由 M 到 P 的关系,当然这是一种模糊关系。假定 M 是论域 X 上的模糊集、 P 是论域 Y 上的模糊集,用 $R(x, y)$ 表示 M 和 P 的模糊关系,其中, x 和 y 分别表示 X 和 Y 中的元素。则有

$$R(x, y) = "M \Rightarrow P" (x, y) \quad (7)$$

式中, \Rightarrow 表示某种模糊关系运算规则。建立模糊关系的过程称为关系生成,它实质上是建立模糊推理的

大前提。在具体的模糊推理问题中,它一般由专家经验或通过大量试验等办法来获取。

其次是要根据生成的模糊关系 $R = "M \Rightarrow P"$ 以及大前提中的 M 与小前提中的 M' 的相似程度,得出 Y 上的模糊集 P' ,即推理结果。这个过程称为推理合成,即

$$P' = M' \circ R \quad (8)$$

式中, \circ 表示某种合成运算规则,对于具体的模糊推理问题,合成规则需要具体设计^[2],当然也可以采用一些常用的方法,如 Mamdani 方法^[7]。

4 模糊推理在潜艇攻击中的运用

在潜艇攻击理论中,模糊概念是大量存在的,如“高速”、“小舷角”、“紧急”、“近距离”、“良好水文条件”等,许多情况下,需要对含有这类模糊信息的情形进行推理。

按照上文说明,要运用模糊推理技术进行推理,首先需要可信的大前提。模糊推理的大前提一般是在现实中由相关专业人员通过观察、实践并不断总结积累得到的。潜艇攻击理论中,人们也总结了不少这种含有模糊性的知识和结论,在特定情况下可以用作模糊推理的大前提。

比如,在攻击过程的初期,及时概略判断敌我态势十分关键。这个阶段因获取的目标信息有限,一般只有一段短暂时间的目标方位信息。这种情况下是不可能精确判断敌我态势的。不难理解,如果这时操纵潜艇采用低速走方位航向(即潜艇朝目标方位直航),则根据一段时间(如 2 min)目标方位变化的情况,可得出关于敌我态势的模糊结论^[8]:潜艇低速走方位航向,若目标方位增大,为攻敌右舷态势;若方位减小,为攻敌左舷态势。距离较远时,若方位变化快,一般意味着敌速高和/或敌舷角大;若方位变化慢,一般意味着敌速低和/或敌舷角小。

上述结论中含有多个模糊概念,因而所述内容并非完全事实或绝对正确,但在潜艇攻击的实际战场态势下,存在很多与此类似的情形,在没有更好的态势判断手段时,利用此结论来判断,不失为一种较好的选择。

再比如,在采用鱼雷直进射击方式攻击目标时,潜艇是否能占领到合适的射击阵位(恰当的射距和命中角)对射击效果有较大影响^[6]。判断是否可以占领合适阵位以及如何占领时,可参考以下模糊结论:只要保持垂距与预定射距基本相当,一般就可以占领较为有利的射击阵位。根据这个结论,在实际的潜艇攻击接敌机动时,应特别关注垂距的变化,随时将其与预定的射距相比较,并据此制定机动方案。一般的接敌机动原则是:若当前垂距明显大于预定射距,则走缩小垂距的航路;若当前垂距明显小于预定射距,则走扩大垂距的航路;若当前垂距与预定射距大致相当,则走保持垂距的航路。

以上涉及“直进射击”、“垂距”、“接敌机动”等专业术语,可参阅文献[3,9]。

无论是潜艇攻击作战指挥人员还是潜艇攻击理论研究人員,运用模糊推理技术的角度不外有两个。一个是借用已有的模糊推理规则进行模糊推断,如运用前述模糊结论进行初始敌我态势判断和制定接敌机动方案。运用已有模糊结论或模糊规则的原则应该是“审慎使用”。原因是模糊结论或模糊规则本质上存在的严密性缺陷,任何的模糊规则都只是具有一定范围的合理性。“审慎使用”就是要时刻关注模糊推理规则中的这种缺陷和局限性,关注拟借用的推理规则使用条件与应用问题的匹配度。使用条件不同,可导致使用效果的显著差异。鉴于潜艇作战问题所具有的高度非线性 and 复杂性,甚至可能出现使用条件

些微差别即可导致推理结果完全不同的现象。“审慎使用”还在于不可对借用的模糊规则采取简单的“拿来即用”的态度,而是要将其结合应用问题进行反复的试验验证,必要时对规则进行适应性修正后才可最终投入应用。

值得强调的是,“审慎使用”原则丝毫不意味模糊推理不重要。模糊推理对于潜艇攻击的极端重要性是毋庸置疑的,只是在运用中要多一份谨慎而已。

另一个是开发新的模糊推理规则。在潜艇攻击理论的发展变化过程中,无疑会涌现出新的模糊推理需求,许多情况下需要全新的推理规则才能满足这样的需求。由于模糊推理的个案性和灵活性,不同的人对同一推理问题可以有不同的推理结果,这给每个潜艇作战指挥员或研究人员提供了很大的灵活开发推理规则的空间。由于潜艇攻击作战推理决策往往与实际训练和作战经验紧密联系,因此,潜艇作战指挥人员的经验至关重要。他们在实践中不断摸索所取得的知识和经验,经总结后即成为构建模糊推理机制的最佳素材。研究人員则应发挥理论和工程实现技术优势,将作战人员的经验知识提升为更具推广意义的推理框架和规则,并设法将其纳入潜艇作战指挥控制系统,为潜艇攻击作战指挥决策提供更大便利及更加全面优质的辅助决策策略。

5 结束语

演绎推理和模糊推理在潜艇攻击理论中都占据重要地位,对潜艇攻击理论的发展完善发挥着无可替代的作用。两种推理方法具有突出的特点,它们在形式上非常相似,本质上却存在根本的差异,特点不同导致二者在潜艇攻击运用中的原则和方法都不同。演绎推理因所具有的严密性特点,经过严格推理获

取的结论在潜艇攻击中可以“放心使用”;而模糊推理则一般只是具有合理性,因而其推理结论宜采用“审慎使用”的运用原则。

总体而言,演绎推理和模糊推理对于潜艇攻击是非常重要的。随着潜艇攻击理论和方法的不断发展,二者还将在其中发挥无可替代的作用,因而,相关问题值得研究人員的持续关注。

参考文献

- [1] GIBILISCO S. Deductive reasoning [EB/OL]. (2013-05-01) [2014-12-20]. <http://whatis.techtarget.com/definition/deductive-reasoning>.
- [2] 夏佩伦. 目标跟踪与信息融合 [M]. 北京:国防工业出版社, 2010. (XIA P L. Target tracking and information fusion [M]. Beijing: National Defense Industry Press, 2010.)
- [3] 赵正业. 潜艇火控原理 [M]. 北京:国防工业出版社, 2003. (ZHAO Z Y. Principles of submarine fire control [M]. Beijing: National Defense Industry Press, 2003.)
- [4] ZADEH L A. Fuzzy sets and systems [M]. Amsterdam: North-Holland Press, 1978.
- [5] 夏佩伦. 不确定性推理方法研究 [J]. 火力与指挥控制, 2010, 35(11): 87-91. (XIA P L. Comments on techniques for inference with uncertainty [J]. Fire Control and Command Control, 2010, 35(11): 87-91.)
- [6] 张文修, 梁怡. 不确定性推理原理 [M]. 西安: 西安交通大学出版社, 1996. (ZHANG W X, LIANG Y. Principles of reasoning under uncertainty [M]. Xi'an: Xi'an Jiaotong University Press, 1996.)
- [7] MAMDANI E H. Applications of fuzzy algorithms for control of simple dynamic plant [J]. Proceedings of the IEE, 1974, 121(12): 1585-1588.
- [8] 夏佩伦. 纯方位目标跟踪和攻击

的己艇机动策略[J]. 火力与指挥控制, 1992, 17(1): 7-13. (XIA P L. Own-ship maneuver strategies for bearing-only target tracking and attack [J]. Fire Control and Com-

mand Control, 1992, 17(1): 7-13.)

[9] 夏佩伦. 潜艇鱼雷攻击占位机动方案的确定与分析[J]. 火力与指挥控制, 2013, 38(11): 114-117. (XIA P L. Determination and analysis of

getting-to-the-firing-position maneuver scheme for submarine attacking with torpedo [J]. Fire Control and Command Control, 2013, 38(11): 114-117.)

Abstract: This paper introduces two reasoning methods, deductive reasoning and fuzzy reasoning, and studies issues concerning their applications in submarine attack. With comparative commenting, the similarities of the reasoning frameworks of the two techniques and the significant differences between their essences are revealed. The important roles of the two methods in submarine attack are also examined. Deductive reasoning results are concluded as “applicable without doubt”, and fuzzy reasoning results “applicable with caution”, due to their unique characteristics.

Key words: submarine attack; deductive reasoning; fuzzy reasoning

《光学制造技术》(原著第二版)

【德】延斯·布利特纳(Jens Bliedner)、京特·格雷费(Gunter Grafe)著

【美】鲁珀特·黑克托尔(Rupert Hector),周海亮,程云芳,译

ISBN:978-7-122-21497-3,定价 148 元,400 页,平装,2015 年 1 月出版,化学工业出版社

本书是根据多位专家多年实践经验和研究成果编撰而成。不仅介绍传统的加工方法,也阐述较为先进的制造技术(但并非实验室或研究所级制造工艺)。现代光学制造技术是研发和制造高质量光学组件的基本要求,本书完整地阐述了相关制造技术。前面章节首先介绍光学的基本原理,以及光学材料,例如矿物和有机玻璃、光纤和晶体材料的制造技术。第四章讨论研发和制造工艺的基本知识、制造类型和方法,以及相关技术数据。第五章阐述一次成型法,因为该方法被认为是对光学制造工程后续工艺有重要影响的前提条件。第六章重点是成型技术,诸如精密模压、纤维抽拉和凹模冲压方法。第七章是本书的重点内容,描述表面加工方法,除了介绍粗磨、精磨和抛光等传统方法外,还讨论了例如超高精度加工和激光光刻成形等最先进的加工技术,介绍传统制造技术以及诸如非球面和自由曲面等最现代制造技术的相关理论,并给出一些应用实例。第八章向读者介绍光学零件镀膜技术,并讨论现代镀膜法。连接技术是本书另一个重点,除了阐述现代制造工艺使用的大量连接技术外,本书还介绍重要的光学元件装配技术。最后,有选择性地展示几种棱镜和透镜的加工和装配工艺。

读者对象:本书适合光学工厂和车间技术人员及光电技术研究所和光电子仪器公司设计人员使用,还适合相关大学和相关专业学生作为参考书。

图书特点:内容完整,涵盖了光学制造技术的整个内容,既可以使读者了解光学制造技术的发展历史,又能够全面地懂得其发展现状;内容与时俱进,不仅介绍传统的加工方法,也阐述较为先进的制造技术,如超高精度加工和激光光刻成形等最先进的加工技术,以及诸如非球面和自由曲面等最现代化制造技术的相关理论及实例,但这些技术并非实验室或研究所级的制造工艺。易懂易学,既介绍了制造工艺,又给出了具体的制造实例。每章最后还为读者提出一些思考问题以强化这些重要的概念。提供了 400 余幅图片,可以指导读者一步步地学习各种光学制造技术,掌握光学设计。书中许多内容是同类书中所未曾涉及到的,也没有像教科书式过多地讲解理论,而是将原理、方法和公式等要点都讲述得详略得当。本书旨在启发那些希望在光学领域做出贡献的人们的思维方式和拓展光学制造工程的知识面。

主要内容:玻璃和光学零件制造技术的发展;光学基本原理;光学材料,包括有机玻璃、无机玻璃和晶体;制造工艺的基础知识;光学变形技术;切削技术,包括分割、粗磨、钻孔、精磨。抛光和对中心工艺;超精密加工、微结构制造技术和清洗技术;材料变性,例如退火、提高强度、延长使用寿命、变换颜色以及向光性;连接技术,包括光学元件的上盘、固紧和装配;根据不同的技术条件选择合适的制造技术。