


【数理逻辑】谓词逻辑 (个体词 | 个体域 | 谓词 | 全称量词 | 存在量词 | 谓词公式 | 习题)

原创 韩曙亮 于 2019-07-15 21:51:11 发布 10085 收藏 90 版权

分类专栏: 数学 #数理逻辑 文章标签: 谓词逻辑 个体词 谓词 全称量词 存在量词

 数学 同时被 2 个专栏收录 59 订阅 122 篇文章 订阅专栏

文章目录

- 一. 谓词逻辑相关概念
 - 1. 个体词
 - 2. 谓词
 - 3. 量词
 - (1) 全称量词
 - (2) 存在量词
- 二. 命题符号化 技巧
 - 1. 两个基本公式 (重要)
 - (1) 有性质 F 的个体 都有性质 G
 - (2) 存在既有性质 F 又有性质 G 的个体
 - 2. 命题符号化技巧
 - (1) 命题符号化方法
 - (2) 解题技巧
 - (3) 当且仅当 谓词逻辑方法
 - 3. 谓词公式定义
- 三. 命题符号化 习题
 - 1. 简单量词 示例
 - (1) 全称量词示例
 - (2) 全称量词 示例 2
 - (3) 存在 量词 示例
 - 2. 量词位置不同 导致的符号化 结果不同
 - 3. 带 或者 的 命题符号化
 - (1) 带 或者 的 命题符号化
 - (2) 带 或者的 命题 示例 2
 - 4. 复杂命题 示例
 - (1) 复杂命题的符号化
 - (2) 个体域变化 情况 的 两种分析
 - (3) 当且仅当 转化问题
 - (4) 使用 全称量词 和 存在量词 两种形式 进行命题符号化

一. 谓词逻辑相关概念

1. 个体词

 韩曙亮 关注

29

个体 简介：

- 1.个体 来源：一阶谓词逻辑 中，将 原子命题 分成 主语 和 谓语，这里便有了 个体词 与 谓词 的概念；
- 2.个体 概念：将 独立存在的 客体，具体事物，抽象事物 (概念) 称为 个体 或 个体词；
- 3.个体 变元：使用 a, b, c 表示个体变元；
- 4.个体 常元：使用 x, y, z 表示个体常元；
- 5.个体域 概念：个体 变元 的取值 称为 个体域；
- 6.个体域 取值：个体域 可以 取值 有穷集合 或 无穷集合；
- 7.全总个体域：宇宙间一切事物 组成的 个体域 称为 全总个体域；

命题是陈述句，其中陈述句由 主语，谓语，宾语 组成，主语宾语就是个体，谓语就是谓词；

谓词逻辑 由 个体，谓词，量词 组成；

2. 谓词

谓词 简介：

- 1.谓词概念：将表示 个体性质 或 彼此之间关系 的词 称为 谓词；
- 2.谓词表示：使用 F, G, H 表示谓词 常元 或 变元；
- 3.个体性质谓词表示： $F(x)$ 表示 x 具有 性质 F ，如 $F(x)$ 表示 x 是黑的；
- 4.关系性质谓词表示示例： $F(x, y)$ 表示 x, y 具有 关系 F ，如： $F G(x, y)$ 表示 x 大于 y ；

3. 量词

(1) 全称量词

全称量词：Any 中的 A 上下颠倒过来；

- 1.语言对应：对应 自然语言 中 “任意”，“所有的”，“每一个”等；
- 2.表示方式：使用符号 \forall 表示；
- 3.解读1： $\forall x$ 表示个体域中 所有的 x ；
- 4.解读2： $\forall x(F(x))$ 表示，个体域中所有的 x 都具有性质 F ；



韩曙亮

关注

29

(2) 存在量词

存在量词：Exist 中的 E 左右翻转后倒过来；

- 1.语言对应：对应 自然语言 中 “**有一个**”，“**存在着**”，“**有的**” 等；
- 2.表示方式：使用符号 \exists 表示；
- 3.解读1： $\exists x$ 表示**个体域中 存在着的 x**；
- 4.解读2： $\exists x(F(x))$ 表示，**个体域中 存在 x 具有性质 F**；

二. 命题符号化 技巧

1. 两个基本公式 (重要)

(1) 有性质 F 的个体 都有性质 G

个体域中 所有 有性质 F 的 个体，都具有 性质 G；

使用谓词逻辑如下表示：

- ① $F(x)$ ：x 具有性质 F；
- ② $G(x)$ ：x 具有性质 G；
- ③ 命题符号化为：

$$\forall x(F(x) \rightarrow G(x))$$

(2) 存在既有性质 F 又有性质 G 的个体

个体域 中 存在有性质 F 同时有性质 G 的个体；

使用谓词逻辑如下表示：

- ① $F(x)$ ：x 具有性质 F；
- ② $G(x)$ ：x 具有性质 G；
- ③ 命题符号化为：

$$\exists x(F(x) \wedge G(x))$$

2. 命题符号化技巧

(1) 命题符号化方法

命题符号化方法：

- 1. 写出个体域：先把个体域写明白，即表明 $\forall x$ ，代表所有的什么事物，如果是一切事物，那么必须注明是全总个体域；
- 2. 写出性质个关系谓词：使用 F, G, H 表明个体的性质或关系；
- 3. 命题符号：将命题符号化结果注明，最好带上详细的解释；

(2) 解题技巧

由全称量词或存在量词个体词谓词组合成的谓词逻辑，也可以当做一个谓词逻辑 $F(x)$ 或 $G(x, y)$ 部件再次进行组合；

如下谓词逻辑：

$$\forall x(F(x) \rightarrow \forall y(G(y) \rightarrow H(x, y)))$$

其中 $\forall y(G(y) \rightarrow H(x, y))$ 是已经组合过的谓词逻辑，现在将其当做一个性质，或者谓词逻辑部件 A ，再次组合成更加复杂和庞大的谓词逻辑，得到如下：

$$\forall x(F(x) \rightarrow A)$$

因此，上述谓词逻辑展开后，就得到了最开始的

$$\forall x(F(x) \rightarrow \forall y(G(y) \rightarrow H(x, y)))$$

(3) 当且仅当谓词逻辑方法

当且仅当谓词逻辑符号化方法：

当且仅当谓词逻辑符号化：

1> 第三变量：一定要引入第三方的变量；

2> 性质或关系正向推演：一般模式是

- ① 对于所有的 x 与存在的一个 y 有某种性质或关系，
- ② 对于所有的 x 和所有的 z 存在某种性质或关系；
- ③ y 与 z 具有相等的属性；



韩曙亮

关注

29

3> 性质或关系反向推演：一般模式是：

- ① 对于所有的 x 与存在的一个 y 有某种性质或关系，
- ② y 与所有的 z 有另一种性质或关系，一般是相等或不等关系，
- ③ 可以推出 x 和 z 有或者没有某种性质或关系；

3. 谓词公式定义

谓词公式定义：

- 1.原始谓词公式： n 元谓词是一个谓词公式；
- 2.否定式：如果 A 是谓词公式，那么 $(\neg A)$ 也是谓词公式；
- 3.两个谓词公式组合：如果 A, B 是谓词公式，那么 $(A \wedge B), (A \vee B), (A \rightarrow B), (A \leftrightarrow B)$ 四种联结词组合成的符号，也是谓词公式；
- 4.谓词公式与量词组合：如果 A 是谓词公式，且含有个体变元 x ，且 x 没有被量词限制，那么 $\forall x A(x)$ ，或 $\exists x A(x)$ 也是谓词公式；
- 5.有限次重复：有限次对谓词公式使用 1.~4. 方法进行处理得到的也是谓词公式；

谓词公式拼装：

- 1> 经过若干次拼装组合好的谓词公式，或者刚写出的单个谓词公式，可以作为原始谓词公式 S ；
- 2> 在原始谓词公式 S 前加上 \neg 也是谓词公式，注意外部带上括号；(组合后该谓词公式可以当做原始谓词公式 S 使用)
- 3> 使用联结词将两个原始谓词公式 S 连接起来，整个组合也是谓词公式；(组合后该谓词公式可以当做原始谓词公式 S 使用)
- 4> 在原始谓词公式 S 前加上量词约束 $\forall x A(x)$ ，或 $\exists x A(x)$ ，组合后也是谓词公式；(组合后该谓词公式可以当做原始谓词公式 S 使用)(注意前提：加入量词约束的个体词不能被已有量词约束)

4> 步骤的注意点：

- ① 前提：该谓词中的个体，没有被量词约束，如果有不能重复约束；

三. 命题符号化习题

1. 简单量词示例

(1) 全称量词示例

题目：



韩曙亮

关注

29

- 1.要求：命题符号化：
- 2.命题内容：人都吃饭；

- ① 个体域：全总个体域；
- ② 相关性质 或 关系 谓词 定义：

- 1> $F(x)$: x 是人；
- 2> $G(x)$: x 吃饭；

③ 命题符号化：

$$\forall x(F(x) \rightarrow G(x))$$

(2) 全称量词 示例 2

题目：

- 1.要求：命题符号化：
- 2.命题内容：某班级所有学生都学过微积分；

- ① 个体域：全总个体域；
- ② 相关性质 或 关系 谓词 定义：

- 1> $F(x)$: x 是某班级的学生；
- 2> $G(x)$: x 学过微积分；

③ 命题符号化：

$$\forall x(F(x) \rightarrow G(x))$$

(3) 存在 量词 示例

题目：

- 1.要求：命题符号化：
- 2.命题内容：有人喜欢吃糖；

解答：

- ① 个体域：全总个体域；
- ② 相关性质 或 关系 谓词 定义：

- 1> $F(x)$: x 是人；
- 2> $G(x)$: x 喜欢吃糖；



韩曙亮

关注

29

③ 命题符号化：

$$\exists x(F(x) \wedge G(x))$$

另外一种符号化方法：将糖也堪称一个个体：

① 个体域：全总个体域

② 谓词：性质/关系 定义：

- $F(x)$ 表示 x 是人
- $G(y)$ 表示 y 是糖
- $H(x, y)$ 表示 x 喜欢吃 y

③ 命题符号化：

$$\exists x(F(x) \wedge G(x) \wedge H(x, y))$$

2. 量词位置不同 导致的符号化 结果不同

题目：

- 1.要求：命题符号化：
- 2.命题内容：男人都比女人跑得快；

1> 方式一：

① 个体域：全总个体域；

② 相关性质 或 关系 谓词 定义：

- 1> $F(x)$ ： x 是男人；
- 2> $G(y)$ ： y 是女人；
- 3> $H(x, y)$ ： x 比 y 跑得快；

③ 命题符号化：

$$\forall x(F(x) \rightarrow \forall y(G(y) \rightarrow H(x, y)))$$

该命题符号有等价形式：

$$\forall x \forall y (F(x) \wedge G(y) \rightarrow H(x, y))$$

这个命题是假命题，但是不妨碍我们将其符



韩曙亮

关注

29

符号化分析：

- ① 将 $\forall y(G(y) \rightarrow H(x, y))$ 独立分析，首先整个命题都处于 $\forall x$ 作用域中，这里有如下属性，所有的女人，所有的男人比女人跑的快；将其看做一个独立的命题 A；
- ② 下面分析 $\forall x(F(x) \rightarrow A)$ ，对于所有的男人来说，只要是男人，都有命题 A 的性质；

2> 方式二：

① 个体域：全总个体域；

② 相关性质或关系谓词定义：

- 1> $F(x)$: x 是男人；
- 2> $G(x)$: x 是女人；
- 3> $H(x, y)$: x 比 y 跑得快；

③ 命题符号化：

$$\forall x \forall y (F(x) \wedge G(x) \rightarrow H(x, y))$$

这个命题是假命题，但是不妨碍我们将其符号化；

符号化分析：

将 $F(x) \wedge G(x)$ 看做一个整体 A，即 x 是男人，y 是女人，针对所有的 x, y 有性质 A，那么 x, y 同时又有性质或关系 $H(x, y)$ ；

3. 带 或者 的 命题符号化

(1) 带 或者 的 命题符号化

题目：

- 1.要求：命题符号化；
- 2.命题内容：某班级中的每个学生都有一台电脑 或者 他有一个拥有电脑的朋友；

解答：

① 个体域：某班级的所有学生

② 个体性质或关系谓词定义：

- 1> $F(x)$: x 有一台电脑；
- 2> $G(x, y)$: x 和 y 是朋友；

③ 命题符号：



韩曙亮

关注

29

$$\forall x(F(x) \vee \exists y(F(y) \wedge G(x, y)))$$

解析：

1> 个体域定义：个体域 定为 “某班级中的所有学生”；

2> 最外层量词确定：其都具有性质 “某班级中的每个学生都有一台电脑 或者 他有一个拥有电脑的朋友”，因此 最外层必须是 全称量词 $\forall x(A(x))$ ，下面开始分析其中的 $A(x)$ ；

3> 两个性质之间是 或者 的关系：两个性质使用 \vee 进行连接，分别是 $B(x)$ (“有一台电脑”) 和 $C(x)$ (“有一个拥有电脑的朋友”)，当前符号： $\forall x(B(x) \wedge C(x))$ ；

4> “有一台电脑”：表示成 $F(x)$ ；当前符号： $\forall x(F(x) \wedge C(x))$ ；

5> “有一个有电脑的朋友” (这个比较复杂)：

① 首先要虚构一个学生 y ，这个 y 代表那个有电脑的朋友；

② 再确定量词：“有一个” 显然是存在量词 $\exists y$ (如果用全称量词的话，那班级所有人都是他的朋友)；

③ 对这个虚构的 y 的要求是， y 同时满足两个条件，“a. 有电脑” “b. x, y 是朋友”，因此使用 \wedge 将其连接起来，最终表示成 $F(y) \wedge G(x, y)$ ；

④ 本句的符号为： $\exists y(F(y) \wedge G(x, y))$ ；

6> 最终符号为： $\forall x(F(x) \vee \exists y(F(y) \wedge G(x, y)))$ ；

(2) 带 或者的 命题 示例 2

命题符号化：

某班级中 每个 学生 或者 去过 北京，或者去过 上海

解答：

命题符号化 结果：

① 个体域：某班级全体学生

② 个体性质 或 关系 谓词定义：

- 1> $F(x)$ ： x 去过北京；
- 2> $G(x)$ ： x 去过上海；

③ 命题符号：

$$\forall x(F(x) \vee G(x))$$

解析：

1> 个体域 量词 分析： $\forall x$ 指的是 某班级全



韩曙亮

关注

29

- 2> $F(x) \vee G(x)$ 解读：表示 x 去过 北京 或者 去过 上海；
- 3> $\forall x(F(x) \vee G(x))$ 解读：所有的学生，要么去过北京，要么去过上海，二者必选其一，且 只能选其一；

4. 复杂命题 示例

(1) 复杂命题的符号化

题目：

- 1.要求：命题符号化：
- 2.命题内容：存在一个学生 x ，对所有不同的两个学生 y 和 z 来说，如果 x 与 y 是好朋友，并且 x 和 z 也是好朋友，那么 y 和 z 不是好朋友；

题目分析：

- 1.个体域分析：命题中涉及到的个体都是 学生，那么 将 个体域 设置为 全体学生；
- 2.性质和关系分析：
 - ① “对所有不同的两个学生”：涉及到了 两个不同的学生，因此需要 定义一个谓词，表示 两个学生是 不同的 或 相同的；
 - ② “ x 与 y 是好朋友”：涉及到 两个 学生 是 或者 不是 好朋友，因此 这里需要 定义一个谓词，表示 两个学生 是 或者 不是 好朋友；
- 3.主题框架分析：
 - ① 量词约束：“存在一个学生 x ，对所有不同的两个学生 y 和 z 来说”可以写出最外围 的量词约束， $\exists x \forall y \forall z$ ，然后在 对 x, y, z 之间的关系进行描述；
 - ② “如果 x 与 y 是好朋友，并且 x 和 z 也是好朋友，那么 y 和 z 不是好朋友；”：这个命题 可以用 蕴涵 联结词 进行表示；
 - a> 命题 A：“如果 x 与 y 是好朋友，并且 x 和 z 也是好朋友”，
 - b> 命题 B：“那么 y 和 z 不是好朋友”；
 - c> 命题 A, B 的关系： $A \rightarrow B$ ；

解答：

命题符号化 结果：

- ① 个体域：全体学生
- ② 个体性质 或 关系 谓词定义：
 - 1> $F(x, y)$ ： x 和 y 是好朋友；
 - 2> $G(x, y)$ ： x 和 y 是相同的；
- ③ 命题符号：

$$\exists x \forall y \forall z ((\neg G(y, z) \wedge F(x, y) \wedge F(x, z)) \rightarrow \neg F(y, z))$$

解析：

1> 量词分析： $\exists x \forall y \forall z$ 对应了 题目中的 "存在一个学生 x , 对所有不同的两个学生 y 和 z 来说"

2> $(\neg G(y, z) \wedge F(x, y) \wedge F(x, z))$ 分析：该句对应了 "不同的两个学生 y 和 z 来说, 如果 x 与 y 是好朋友, 并且 x 和 z 也是好朋友" 同时满足 这三个条件；

3> $\neg F(y, z)$ 分析：对应了结果 "那么 y 和 z 不是好朋友"；

4> 同时满足 3 条件 然后退出结果： $(\neg G(y, z) \wedge F(x, y) \wedge F(x, z)) \rightarrow \neg F(y, z)$ ；

5> 加上量词约束 得到最终结果： $\exists x \forall y \forall z ((\neg G(y, z) \wedge F(x, y) \wedge F(x, z)) \rightarrow \neg F(y, z))$ ；

(2) 个体域变化 情况 的 两种分析

题目：

- 1.要求：命题符号化：
- 2.命题内容：某班级中 有些学生去过 北京

解答：

(1) 方法一 (个体域为 某班级全体学生)：

命题符号化 结果：

① 个体域：某班级全体学生

② 个体性质 或 关系 谓词定义：

- 1> $F(x)$ ： x 去过北京；

③ 命题符号：

$$\exists x(F(x))$$

解析：直接写出即可，有些学生，使用 存在量词 $\exists x$ 表示， $\exists x(F(x))$ 表示 有些学生去过 北京；



韩曙亮

关注

29

(1) 方法二 (个体域为全总个体域):

命题符号化结果:

① 个体域: 全总个体域

② 个体性质或关系谓词定义:

- 1> $F(x)$: x 去过北京;
- 2> $G(x)$: x 是某班级的学生;

③ 命题符号:

$$\exists x(F(x) \wedge G(x))$$

解析: $\exists x(F(x) \wedge G(x))$

1> 个体域分析: 个体域为全总个体域, 那么 $\exists x$ 就是存在某个事物, 这个事物属性是宇宙间的一些事物;

2> $F(x) \wedge G(x)$: 可以解读为存在某个事物, 即是某班级的学生, 有去过北京;

3> 完整解读: $\exists x(F(x) \wedge G(x))$, 可以解读为存在某个事物, 即是某班级的学生, 有去过北京;

(3) 当且仅当转化问题

题目:

- 1.要求: 命题符号化;
- 2.命题内容: 每个人有且只有一个好朋友

解答:

命题符号化结果:

① 个体域: 所有的人

② 个体性质或关系谓词定义:

- 1> $F(x, y)$: x, y 是好朋友;
- 2> $G(x, y)$: x, y 相等;

③ 命题符号一:

$$\forall x \exists y \forall z ((F(x, y) \wedge \neg G(y, z)) \rightarrow \neg F(x, z))$$

解析: 每个人仅有一个好朋友, 此处 x, y 已经是好朋友了, 如果出现一个 z 与 y 不相等, 那么 x, z 一定不是好朋友;
量词分析:



韩曙亮

关注

29

对于所有的 x , 存在一个 y 是他的朋友 , 所有的 z 与 x 是好朋友 , 那么 这个 z 就是 y ;

④ 命题符号二 :

$$\forall x \exists y \forall z ((F(x,y) \wedge F(x,z)) \rightarrow G(y,z))$$

解析 : 每个人仅有一个好朋友 , 如果 x,y 是好朋友 , x,z 是好朋友 , 那么 y,z 肯定相等 ;
量词分析 :
对于所有的 x , 存在一个 y 是他的朋友 , 所有的 z 与 x 是好朋友 , 那么 这个 z 就是 y ;

当且仅当 谓词逻辑 符号化方法 :

当且仅当 谓词逻辑 符号化 :

1> 第三变量 : 一定要引入 第三方 的变量 ;

2> 性质 或 关系 正向 推演 : 一般模式是

- ① 对于所有的 x 与 存在的一个 y 有 某种性质或关系 ,
- ② 对于所有的 x 和 所有的 z 存在某种性质或关系 ;
- ③ y 与 z 具有相等的属性 ;

3> 性质 或 关系 反向推演 : 一般模式是 :

- ① 对于所有的 x 与 存在的一个 y 有 某种性质或关系 ,
- ② y 与 所有的 z 有 另一种性质 或 关系 , 一般是相等 或 不等 关系 ,
- ③ 可以推出 x 和 z 有 或者 没有 某种 性质 或 关系 ;

(4) 使用 全称量词 和 存在量词 两种形式 进行命题符号化

题目 :

- 1.要求 : 命题符号化 :
- 2.命题内容 : 并非所有的动物都是猫

解答 :

命题符号化 结果 (全程量词) : 该方式 属于 正面解答 ;

- ① 个体域 : 全总个体域 宇宙间一切事物
- ② 个体性质 或 关系 谓词定义 :

- 1> $F(x)$: x 是 动物 ;
- 2> $G(x)$: x 是 猫 ;

③ 命题符号 一 :

$$\neg(\forall x(F(x) \rightarrow G(x)))$$



韩曙亮

关注

29

解析：命题是“并非所有的动物都是猫”，这里我们开始拆解命题：

- 1> 提取否定：把并非提取出来为 \neg ，否定的命题是“并非所有的动物都是猫”；
- 2> 写出“并非所有的动物都是猫”命题：即 凡是具有动物性质的事物，都具有是猫的性质，这里符号化为 $\forall x(F(x) \rightarrow G(x))$ ；
- 3> 最终结果： $\neg(\forall x(F(x) \rightarrow G(x)))$ ；

命题符号化结果 (存在量词)：该方式属于侧面回答；

转化命题：存在有的动物不是猫；

① 个体域：全总个体域 宇宙间一切事物

② 个体性质或关系谓词定义：

- 1> $F(x)$ ：x 是动物；
- 2> $G(x)$ ：x 是猫；

③ 命题符号一：

$$\exists x(F(x) \wedge \neg G(x))$$

$\exists x(F(x) \wedge \neg G(x))$ 解析：存在某个事物，其满足是动物的性质，同时满足其不是猫的性质；

【学校课件整理复习使用】人工智能导论 (3) 第二章数学基础 (1) VAN 187
本节知识框架 为什么要研究数理逻辑 数理逻辑在知识的表示与处理中占有重要地位。掌握有关...

谓词

Meskjei的博客 4416

谓词的一般形式 $P(X_1, X_2, \dots, X_N)$ $P(X_1, X_2, \dots, X_N)$ 个体 X_1, X_2, \dots, X_N

评论 2条 >

写评论



zasd6664 热评 非常有帮助!!!

离散数学 - 第三章 谓词逻辑_qianlin999的博客 10-12
如果没有特别指明某个论域,则隐含所指是在全总个体域中进行讨论。定义1: 由一个谓词、一些...

离散数学之二 谓词逻辑_Bubble_gsy的博客 10-18
1、谓词的概念 2、谓词的表示 3、命题的表示方法 二、命题函数与量词 1、命题函数 2、个体域...

谓词逻辑中量词的符号化 m0_51654746的博客 637
在谓词演算中,最基本的命题符号化就三种类型: 主语是具体个体对象的,用谓词加括号,括号...

离散数学-各种关联词的符号化 yocichen 4077
离散数学-关联词的符号化问题 ①如果p那么q $p \rightarrow q$; ②只有p才q $q \rightarrow p$; (p是q的必要条件) ...

第2章: 知识表示_发呆的比目鱼 的博客 10-19
y表示个体域里的某个个体,yQ(y)表示个体域里存在个体y具有性质Q。谓词逻辑表示法 用谓词逻...

谓词逻辑基础_左左张的博客_谓词置换 10-22
G叫做谓词,x是个体词叫变项,个体词的取值范围叫个体域 谓词用P、Q、R表示,变项用x、y、z表...

【数理逻辑】谓词逻辑的等值演算与... 让学习成为一种习惯 (韩曙亮 の 技术博客) 1710
一、谓词逻辑相关概念、1、个体词、2、谓词、3、量词、二、一阶谓词逻辑公式、三、...

离散数学 (3) ——谓词逻辑 Allure_07的博客 2394
离散数学 (3) ——谓词逻辑 个体 将可以独立存在的客体 (具体事务或抽象概) 称为个体或个体...

...谓词、量词(全称和存在量词、全总个体域和特性谓词) memenu的博 10-15
只有将谓词符 P P P 指定为一个确定的 n n n 元函数



韩曙亮

关注

29