

话语表示理论

Discourse Representation Theory

王希豪

北京大学中国语言文学系

wangxihao@pku.edu.cn

2023 年 3 月 12 日

- ① 背景介绍
- ② 语言现象 [Kamp, 1981]
- ③ 形式理论 [Kamp et al., 2011]

什么是意义?

形式语义研究中意义的两种概念 [Kamp, 1981]

- ① The first of these sees meaning principally as that which determines conditions of truth.

意义原则上决定了句子的真值条件

什么是意义?

形式语义研究中意义的两种概念 [Kamp, 1981]

- ① The first of these sees meaning principally as that which determines conditions of truth.

意义原则上决定了句子的真值条件

- (1) The cat is on the mat.

什么是意义?

形式语义研究中意义的两种概念 [Kamp, 1981]

- ① The first of these sees meaning principally as that which determines conditions of truth.

意义原则上决定了句子的真值条件

- (1) The cat is on the mat.



图: 例句 (1) 在图 (a) 中为真, 在图 (b) 中为假 [Larson, 1995]

什么是意义?

形式语义研究中意义的两种概念 [Kamp, 1981]

- ① The first of these sees meaning principally as that which determines conditions of truth.
意义原则上决定了句子的真值条件
- ② Meaning is, first and foremost, that which a language user grasps when he understands the words he hears or reads.
意义是语言使用者理解句子时所想到的

什么是意义?

形式语义研究中意义的两种概念 [Kamp, 1981]

- 1 The first of these sees meaning principally as that which determines conditions of truth.

意义原则上决定了句子的真值条件

- 2 Meaning is, first and foremost, that which a language user grasps when he understands the words he hears or reads.

意义是语言使用者理解句子时所想到的

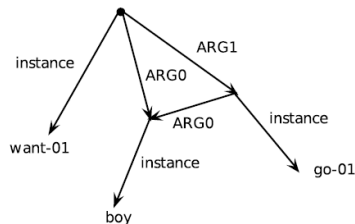


图: 句子 “The boy wants to go” 的 AMR 图 [Banarescu et al., 2013]

什么是意义?

形式语义研究中意义的两种概念 [Kamp, 1981]

- ① The first of these sees meaning principally as that which determines conditions of truth.
意义原则上决定了句子的真值条件
- ② Meaning is, first and foremost, that which a language user grasps when he understands the words he hears or reads.
意义是语言使用者理解句子时所想到的

话语表示理论 (Discourse Representation Theory, DRT)

基于意义的两种不同的概念发展出了不同的理论，两类理论之间有着较大的隔阂。话语表示理论构建了一种结合了“真值”的认知语义表示系统，尝试消除两类研究中的隔阂。

研究对象

- ① 复杂的 (不定的) 单数词/词组, 如: *a man, every woman, a man who loves every woman, every woman whom a man who owns a donkey loves* 等

研究对象

- ① 复杂的 (不定的) 单数词/词组, 如: *a man, every woman, a man who loves every woman, every woman whom a man who owns a donkey loves* 等
- ② 单数词、专有名词和人称代词通过动词组合而成的句子

研究对象

- ① 复杂的 (不定的) 单数词/词组, 如: *a man, every woman, a man who loves every woman, every woman whom a man who owns a donkey loves* 等
- ② 单数词、专有名词和人称代词通过动词组合而成的句子
- ③ 句子借由 *if* 组合得到的条件句

研究对象

- ① 复杂的 (不定的) 单数词/词组, 如: *a man, every woman, a man who loves every woman, every woman whom a man who owns a donkey loves* 等
- ② 单数词、专有名词和人称代词通过动词组合而成的句子
- ③ 句子借由 *if* 组合得到的条件句

研究目标

- ① 研究人称代词的回指行为

研究对象

- ① 复杂的 (不定的) 单数词/词组, 如: *a man, every woman, a man who loves every woman, every woman whom a man who owns a donkey loves* 等
- ② 单数词、专有名词和人称代词通过动词组合而成的句子
- ③ 句子借由 *if* 组合得到的条件句

研究目标

- ① 研究人称代词的回指行为
- ② 合理刻画 驴句 (donkey sentence) [Geach, 1962] 的真值条件

研究对象

- ① 复杂的 (不定的) 单数词/词组, 如: *a man, every woman, a man who loves every woman, every woman whom a man who owns a donkey loves* 等
- ② 单数词、专有名词和人称代词通过动词组合而成的句子
- ③ 句子借由 *if* 组合得到的条件句

研究目标

- ① 研究人称代词的回指行为
- ② 合理刻画 驴句 (donkey sentence) [Geach, 1962] 的真值条件
 - (2) If Pedro^{*i*} owns a donkey^{*j*}, he_{*i*} likes it_{*j*}.
 - (3) Every farmer who owns a donkey^{*j*} likes it_{*j*}.

驴句 (Donkey Sentence) [Geach, 1962]

- (2) If Pedro^{*i*} owns a donkey^{*j*}, he_{*i*} likes it_{*j*}.
- (3) Every farmer who owns a donkey^{*j*} likes it_{*j*}.

驴句 (Donkey Sentence) [Geach, 1962]

- (2) If Pedro^{*i*} owns a donkey^{*j*}, he_{*i*} likes it_{*j*}.
- (3) Every farmer who owns a donkey^{*j*} likes it_{*j*}.

真值条件 [Kamp et al., 2011]

- (4) $\forall x[(donkey(x) \wedge own(pedro, x)) \rightarrow like(pedro, x)]$
- (5) $\forall x\forall y[(farmer(x) \wedge doenky(y) \wedge own(x, y)) \rightarrow like(x, y)]$

驴句 (Donkey Sentence) [Geach, 1962]

- (2) If Pedro^{*i*} owns a donkey^{*j*}, he_{*i*} likes it_{*j*}.
- (3) Every farmer who owns a donkey^{*j*} likes it_{*j*}.

真值条件 [Kamp et al., 2011]

- (4) $\forall x[(donkey(x) \wedge own(pedro, x)) \rightarrow like(pedro, x)]$
- (5) $\forall x\forall y[(farmer(x) \wedge doenky(y) \wedge own(x, y)) \rightarrow like(x, y)]$

Quantify-in 方法

- (6) Pedro owns a donkey.
- (7) $\exists x(donkey(x) \wedge own(pedro, x))$

驴句 (Donkey Sentence) [Geach, 1962]

- (2) If Pedro^{*i*} owns a donkey^{*j*}, he_{*i*} likes it_{*j*}.
- (3) Every farmer who owns a donkey^{*j*} likes it_{*j*}.

真值条件 [Kamp et al., 2011]

- (4) $\forall x[(donkey(x) \wedge own(pedro, x)) \rightarrow like(pedro, x)]$
- (5) $\forall x\forall y[(farmer(x) \wedge doenky(y) \wedge own(x, y)) \rightarrow like(x, y)]$

Quantify-in 方法

- (6) Pedro owns a donkey.
- (7) $\exists x(donkey(x) \wedge own(pedro, x))$
- (8) $\exists x(donkey(x) \wedge [own(pedro, x) \rightarrow like(pedro, x)])$
- (9) $\exists x[donkey(x) \wedge own(pedro, x)] \rightarrow like(pedro, x)$

- ① 背景介绍
- ② 语言现象 [Kamp, 1981]
- ③ 形式理论 [Kamp et al., 2011]

回指代词 (Anaphoric Pronouns)

(10) Pedro owns Chiquita. He beats her.¹

¹Chiquita 是一头驴的名字

回指代词 (Anaphoric Pronouns)

(10) Pedro owns Chiquita. He beats her.

话语表示结构 (Discourse Representation Structure, DRS)

u		v
.		.
Pedro owns Chiquita		
$u = \text{Pedro}$		
$v = \text{Chiquita}$		
$u \text{ owns } v$		

回指代词 (Anaphoric Pronouns)

(10) Pedro owns Chiquita. He beats her.

话语表示结构 (Discourse Representation Structure, DRS)

u	v
.	.
Pedro owns Chiquita	
$u = \text{Pedro}$	
$v = \text{Chiquita}$	
$u \text{ owns } v$	

u	v
.	.
Pedro owns Chiquita	
$u = \text{Pedro}$	
$v = \text{Chiquita}$	
$u \text{ owns } v$	
He beats her	
$u \text{ beats her}$	
$u \text{ beats } v$	

回指代词 (Anaphoric Pronouns)

(10) Pedro owns Chiquita. He beats her.

话语表示结构 (Discourse Representation Structure, DRS)

u	v
.	.
Pedro owns Chiquita	
$u = \text{Pedro}$	
$v = \text{Chiquita}$	
$u \text{ owns } v$	

u	v
.	.
Pedro owns Chiquita	
$u = \text{Pedro}$	
$v = \text{Chiquita}$	
$u \text{ owns } v$	
He beats her	
$u \text{ beats her}$	
$u \text{ beats } v$	

解释 (Interpretation)

假设我们有一个模型 $\mathcal{M} : \langle U_{\mathcal{M}}, F_{\mathcal{M}} \rangle$ (其中, $U_{\mathcal{M}}$ 是个体的集合, $F_{\mathcal{M}}$ 是从符号到 $U_{\mathcal{M}}$ 的映射), 则例句 (10) 为真当且仅当:

- (a) $\langle F_{\mathcal{M}}(\text{Pedro}), F_{\mathcal{M}}(\text{Chiquita}) \rangle \in F_{\mathcal{M}}(\text{own});$
- (b) 且 $\langle F_{\mathcal{M}}(\text{Pedro}), F_{\mathcal{M}}(\text{Chiquita}) \rangle \in F_{\mathcal{M}}(\text{beat})$

模型论 (Model Theory)¹

Sometimes we write or speak a sentence S that expresses nothing either true or false, because some crucial information is missing about what the words mean. If we go on to add this information, so that S comes to express a true or false statement, we are said to *interpret* S , and the added information is called an *interpretation* of S . If the interpretation I happens to make S state something true, we say that I is a *model* of S , or that I *satisfies* S , in symbols ' $I \models S$ '. Another way of saying that I is a model of S is to say that S is *true in* I , and so we have the notion of *model-theoretic truth*, which is truth in a particular interpretation.

¹<https://plato.stanford.edu/entries/model-theory/>

回指代词 (Anaphoric Pronouns)

(10) Pedro owns Chiquita. He beats her.

话语表示结构 (Discourse Representation Structure, DRS)

u	v
.	.
Pedro owns Chiquita	
$u = \text{Pedro}$	
$v = \text{Chiquita}$	
$u \text{ owns } v$	

u	v
.	.
Pedro owns Chiquita	
$u = \text{Pedro}$	
$v = \text{Chiquita}$	
$u \text{ owns } v$	
He beats her	
$u \text{ beats her}$	
$u \text{ beats } v$	

解释 (Interpretation)

假设我们有一个模型 $\mathcal{M} : \langle U_{\mathcal{M}}, F_{\mathcal{M}} \rangle$ (其中, $U_{\mathcal{M}}$ 是个体的集合, $F_{\mathcal{M}}$ 是从符号到 $U_{\mathcal{M}}$ 的映射), 则例句 (10) 为真当且仅当:

- (a) $\langle F_{\mathcal{M}}(\text{Pedro}), F_{\mathcal{M}}(\text{Chiquita}) \rangle \in F_{\mathcal{M}}(\text{own});$
- (b) 且 $\langle F_{\mathcal{M}}(\text{Pedro}), F_{\mathcal{M}}(\text{Chiquita}) \rangle \in F_{\mathcal{M}}(\text{beat})$

回指代词 (Anaphoric Pronouns)

(11) Pedro owns a donkey. He beats it.

回指代词 (Anaphoric Pronouns)

(11) Pedro owns a donkey. He beats it.

话语表示结构 (Discourse Representation Structure, DRS)

u	v
.	.
Pedro owns a donkey	
$u = \text{Pedro}$	
u owns a donkey	
donkey(v)	
u owns v	

回指代词 (Anaphoric Pronouns)

(11) Pedro owns a donkey. He beats it.

话语表示结构 (Discourse Representation Structure, DRS)

u	v
.	.
Pedro owns a donkey	
$u = \text{Pedro}$	
u owns a donkey	
donkey(v)	
u owns v	

u	v
.	.
Pedro owns a donkey	
$u = \text{Pedro}$	
u owns a donkey	
donkey(v)	
u owns v	
He beats it	
u beats it	
u beats v	

回指代词 (Anaphoric Pronouns)

(11) Pedro owns a donkey. He beats it.

话语表示结构 (Discourse Representation Structure, DRS)

u	v
.	.
Pedro owns a donkey	
$u = \text{Pedro}$	
u owns a donkey	
donkey(v)	
u owns v	

u	v
.	.
Pedro owns a donkey	
$u = \text{Pedro}$	
u owns a donkey	
donkey(v)	
u owns v	
He beats it	
u beats it	
u beats v	

解释 (Interpretation)

例句 (11) 在模型 \mathcal{M} 下为真当且仅当 $U_{\mathcal{M}}$ 中存在一个个体 d 满足:

- (a) $\langle F_{\mathcal{M}}(\text{Pedro}), d \rangle \in F_{\mathcal{M}}(\text{own})$;
- (b) 且 $\langle F_{\mathcal{M}}(\text{Pedro}), d \rangle \in F_{\mathcal{M}}(\text{beat})$;
- (c) 且 $d \in F_{\mathcal{M}}(\text{donkey})$

条件 (Conditionals)

(12) If Pedro owns a donkey, he lent it to a merchant.

条件 (Conditionals)

(12) If Pedro owns a donkey, he lent it to a merchant.

话语表示结构 (Discourse Representation Structure, DRS)

u	v
.	.
Pedro owns a donkey	
$u = \text{Pedro}$	
u owns a donkey	
donkey(v)	
u owns v	

条件 (Conditionals)

(12) If Pedro owns a donkey, he lent it to a merchant.

话语表示结构 (Discourse Representation Structure, DRS)

u	v
.	.
Pedro owns a donkey	
$u = \text{Pedro}$	
u owns a donkey	
donkey(v)	
u owns v	

u	v	w
.	.	.
Pedro owns a donkey		
$u = \text{Pedro}$		
u owns a donkey		
donkey(v)		
u owns v		
he lent it to a merchant		
u lent it to a merchant		
u lent v to a merchant		
merchant(w)		
u lent v to (w)		

条件 (Conditionals)

(12) If Pedro owns a donkey, he lent it to a merchant.

话语表示结构 (Discourse Representation Structure, DRS)

u	v
.	.
Pedro owns a donkey	
$u = \text{Pedro}$	
u owns a donkey	
donkey(v)	
u owns v	

u	v	w
.	.	.
Pedro owns a donkey		
$u = \text{Pedro}$		
u owns a donkey		
donkey(v)		
u owns v		
he lent it to a merchant		
u lent it to a merchant		
u lent v to a merchant		
merchant(w)		
u lent v to (w)		

解释 (Interpretation)

例句 (12) 在模型 \mathcal{M} 下为真当且仅当对于任何满足下列条件 (a) 的从 $\{u, v\}$ 到 $U_{\mathcal{M}}$ 的映射, 都满足条件 (b):

(a) $f(u) = F_{\mathcal{M}}(\text{Pedro})$, $f(v) \in F_{\mathcal{M}}(\text{donkey})$, $\langle f(u), f(v) \rangle \in F_{\mathcal{M}}(\text{own})$

(b) f 可扩展为从 $\{u, v, w\}$ 到 $U_{\mathcal{M}}$ 的映射 g , 且满足:

(i) $g(w) \in F_{\mathcal{M}}(\text{merchant})$

(ii) $\langle g(u), g(v), g(w) \rangle \in F_{\mathcal{M}}(\text{lend})$

全称命题 (Universals)

(13) Every farmer who owns a donkey beats it.

全称命题 (Universals)

(13) Every farmer who owns a donkey beats it.

话语表示结构 (Discourse Representation Structure, DRS)

x	ν
.	.
farmer(x)	
(x) owns a donkey	
donkey(ν)	
(x) owns (ν)	

x	ν
.	.
farmer(x)	
(x) owns a donkey	
donkey(ν)	
(x) owns (ν)	
(x) beats it	
(x) beats (ν)	

全称命题 (Universals)

(13) Every farmer who owns a donkey beats it.

话语表示结构 (Discourse Representation Structure, DRS)

x	v
.	.
farmer(x)	
(x) owns a donkey	
donkey(v)	
(x) owns (v)	

x	v
.	.
farmer(x)	
(x) owns a donkey	
donkey(v)	
(x) owns (v)	
(x) beats it	
(x) beats (v)	

解释 (Interpretation)

例句 (13) 在模型 \mathcal{M} 下为真当且仅当所有满足下列条件 (a) 的从 $\{x, v\}$ 到 $U_{\mathcal{M}}$ 的映射 f , 都满足条件 (b)

(a) $f(x) \in F_{\mathcal{M}}(\text{farmer})$, $f(v) \in F_{\mathcal{M}}(\text{donkey})$, $\langle f(x), f(v) \rangle \in F_{\mathcal{M}}(\text{own})$

(b) $\langle f(x), f(v) \rangle \in F_{\mathcal{M}}(\text{beat})$

(14) If Pedro owns a donkey, he beats it.

改进

(14) If Pedro owns a donkey, he beats it.

Kamp [1981] 的表示方法

$K(1)$

$m_0(1)$

If Pedro owns a donkey, he beats it

$m_1(1)$

u v
.
Pedro owns a donkey
 $u = \text{Pedro}$
 $\text{donkey}(v)$
 u owns v

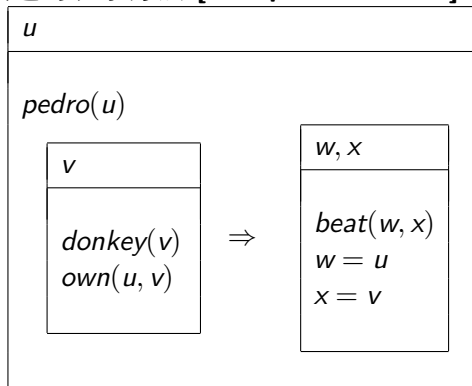
$m_2(1)$

u v
.
Pedro owns a donkey
 $u = \text{Pedro}$
 $\text{donkey}(v)$
 u owns v
 u beats it
 u beats v

改进

(14) If Pedro owns a donkey, he beats it.

改进的表示方法 [Kamp et al., 2011]



- ① 背景介绍
- ② 语言现象 [Kamp, 1981]
- ③ 形式理论 [Kamp et al., 2011]

动态语义 (Dynamic Semantics)

- 话语表示理论是最早提出的动态语义理论。和关注指称和真值的传统形式语义理论不同的是，动态语义理论的核心是信息，认为话语的意义依赖于上下文，话语需要根据上下文得到解释，解释的结果会反过来更新上下文。

动态语义 (Dynamic Semantics)

- 话语表示理论是最早提出的动态语义理论。和关注指称和真值的传统形式语义理论不同的是，动态语义理论的核心是信息，认为话语的意义依赖于上下文，话语需要根据上下文得到解释，解释的结果会反过来更新上下文。
- 动态语义理论并非完全不考虑真值语义，从前面描述的最初版的话语表示理论可以看到，Hans Kamp 尝试将真值语义融入到一种认知表示框架当中。事实上，信息和真值间的联系是所有动态语义理论中极其重要的组成部分

话语表示理论的核心假设

- 人类的意识是一种信息处理装置，话语的语义 (linguistic meanings) 可以看做是一系列的指令，它们动态地构建和更新了一种认知表示，并且这种认知表示和真值语义有着紧密的联系。

话语表示理论的核心假设

- 人类的意识是一种信息处理装置，话语的语义 (linguistic meanings) 可以看做是一系列的指令，它们动态地构建和更新了一种认知表示，并且这种认知表示和真值语义有着紧密的联系。

话语表示理论的语义解析流程

- (i) 构造名为话语表示结构 (DRS) 的语义表示。在分析篇章 S_1, S_2, \dots, S_n 时，首先根据 S_1 的句法分析结果构建表示了上下文信息的 K_1 ，然后，根据 S_2 的句法分析结果更新上下文得到 $K_{1,2} \dots$ 当所有句子分析完之后，可以得到表示篇章信息的 $K_{1,\dots,n}$;
- (ii) 基于模型论对最终得到的语义表示 $K_{1,\dots,n}$ 进行解释

话语表示结构 (Discourse Representation Structure, DRS)

- 一个 DRS $\langle U, \text{Con} \rangle$ 由两部分组成:
 - (a) 话语所指 (Discourse Referents, DRs) 的集合 U ;
 - (b) 条件的集合 Con

话语表示结构 (Discourse Representation Structure, DRS)

- 一个 DRS $\langle U, Con \rangle$ 由两部分组成:
 - (a) 话语所指 (Discourse Referents, DRs) 的集合 U ;
 - (b) 条件的集合 Con

词典

- 1 Ref 集: 用于表示话语所指的符号集合
- 2 Name 集: 表示一元谓词的符号集合, 主要用于表示独立实体的属性
- 3 Rel^n 集合: 表示 n 元谓词的符号集合
- 4 逻辑运算符集: $\{=, \neg, \vee, \Rightarrow\}$

语法

如果 $U \subseteq \text{Ref}$ 且 Con 是符合下面描述的“条件”的集合 (可以为空), 则 $\langle U, \text{Con} \rangle$ 是一个 DRS

① 满足以下描述的条件称为“原子条件”

- ① 如果 $x_i, x_j \in \text{Ref}$, 则 $\underline{x_i = x_j}$ 是一个条件
- ② 如果 $N \in \text{Name}$ 且 $x \in \text{Ref}$, 则 $\underline{N(x)}$ 是一个条件
- ③ 如果 $P \in \text{Rel}^n$ 是一个 n 元谓词, 且有 $x_1, \dots, x_n \in \text{Ref}$, 则 $\underline{P(x_1, \dots, x_n)}$ 是一个条件

② 满足以下描述的条件称为“复杂条件”

- ① 如果 K 是 DRS, 则 $\underline{\neg K}$ 是一个条件
- ② 如果 K_1 和 K_2 都是 DRS, 则 $\underline{K_1 \vee K_2}$ 是一个条件
- ③ 如果 K_1 和 K_2 都是 DRS, 则 $\underline{K_1 \Rightarrow K_2}$ 是一个条件

自由话语所指 (Free discourse referents, FDRs)

一个 DRS K 中所有自由话语所指的集合记为 $FV(K)$

- 1 $FV(\langle U_K, \text{Con}_K \rangle) := (\bigcup_{\gamma \in \text{Con}_K} FV(\gamma)) - U_K$
- 2 $FV(x_i = x_j) := \{x_i, x_j\}$
- 3 $FV(N(x)) := \{x\}$
- 4 $FV(P(x_1, \dots, x_n)) := \{x_1, \dots, x_n\}$
- 5 $FV(\neg K) := FV(K)$
- 6 $FV(K_1 \vee K_2) := FV(K_1) \cup FV(K_2)$
- 7 $FV(K_1 \Rightarrow K_2) := FV(K_1) \cup (FV(K_2) - U_{K_1})$

自由话语所指 (Free discourse referents, FDRs)

一个 DRS K 中所有自由话语所指的集合记为 $FV(K)$

- 1 $FV(\langle U_K, Con_K \rangle) := (\bigcup_{\gamma \in Con_K} FV(\gamma)) - U_K$
- 2 $FV(x_i = x_j) := \{x_i, x_j\}$
- 3 $FV(N(x)) := \{x\}$
- 4 $FV(P(x_1, \dots, x_n)) := \{x_1, \dots, x_n\}$
- 5 $FV(\neg K) := FV(K)$
- 6 $FV(K_1 \vee K_2) := FV(K_1) \cup FV(K_2)$
- 7 $FV(K_1 \Rightarrow K_2) := FV(K_1) \cup (FV(K_2) - U_{K_1})$

约束话语所指 (Bound discourse referents, BDRs)

一个 DRS 中所有的约束话语所指的集合记为 $BV(K)$

- 1 记 $V(K)$ 是在 DRS K 中出现过的所有 DRs 的集合
- 2 则 $BV(K) = V(K) \setminus FV(K)$

子 DRS (sub-DRS)

满足下列条件之一的 DRS K_1 是 DRS K 的直接子 DRS, 记作 $K_1 < K$; sub-DRS 关系 \leq 则是自反且传递的 $<$ 关系 (即有 (i) $K \leq K$; (ii) $K_2 \leq K_1 \wedge K_1 \leq K \Rightarrow K_2 \leq K$)。同时, 我们还可以定义真子 DRS

- 1 $\neg K_1 \in \text{Con}_K$
- 2 存在一个 DRS K_2 , 满足 $(K_1 \Rightarrow K_2) \in \text{Con}_K$ 或 $(K_2 \Rightarrow K_1) \in \text{Con}_K$
- 3 存在一个 DRS K_2 , 满足 $(K_1 \vee K_2) \in \text{Con}_K$ 或 $(K_2 \vee K_1) \in \text{Con}_K$

子 DRS (sub-DRS)

满足下列条件之一的 DRS K_1 是 DRS K 的直接子 DRS, 记作 $K_1 < K$; sub-DRS 关系 \leq 则是自反且传递的 $<$ 关系 (即有 (i) $K \leq K$; (ii) $K_2 \leq K_1 \wedge K_1 \leq K \Rightarrow K_2 \leq K$)。同时, 我们还可以定义真子 DRS

- ① $\neg K_1 \in \text{Con}_K$
- ② 存在一个 DRS K_2 , 满足 $(K_1 \Rightarrow K_2) \in \text{Con}_K$ 或 $(K_2 \Rightarrow K_1) \in \text{Con}_K$
- ③ 存在一个 DRS K_2 , 满足 $(K_1 \vee K_2) \in \text{Con}_K$ 或 $(K_2 \vee K_1) \in \text{Con}_K$

完全 DRS (Proper DRS)

一个 DRS K 是完全的当且仅当 $\text{FV}(K) = \emptyset$

子 DRS (sub-DRS)

满足下列条件之一的 DRS K_1 是 DRS K 的直接子 DRS, 记作 $K_1 < K$; sub-DRS 关系 \leq 则是自反且传递的 $<$ 关系 (即有 (i) $K \leq K$; (ii) $K_2 \leq K_1 \wedge K_1 \leq K \Rightarrow K_2 \leq K$)。同时, 我们还可以定义真子 DRS

- ① $\neg K_1 \in \text{Con}_K$
- ② 存在一个 DRS K_2 , 满足 $(K_1 \Rightarrow K_2) \in \text{Con}_K$ 或 $(K_2 \Rightarrow K_1) \in \text{Con}_K$
- ③ 存在一个 DRS K_2 , 满足 $(K_1 \vee K_2) \in \text{Con}_K$ 或 $(K_2 \vee K_1) \in \text{Con}_K$

完全 DRS (Proper DRS)

一个 DRS K 是完全的当且仅当 $\text{FV}(K) = \emptyset$

纯 DRS (Pure DRS)

DRS K 是 pure 的, 当且仅当对于任意两个满足 $K_2 \leq K_1$ 且 $K_1 \leq K$ 的不同的 DRS K_1 和 K_2 , 有 $U_{K_2} \cap (U_{K_1} \cup \text{FV}(K)) = \emptyset$

可访问的 DRS (Accessible DRS)

若 DRS K 和 K_1 满足以下条件之一，则称 DRS K_1 可以访问 K ，记为 $K \text{ acc } K_1$:

- ① $K_1 \leq K$ ，即 K_1 是 K 的子 DRS。由于 $K \leq K$ ，故有 $K \text{ acc } K$;
- ② 存在 DRS K_2 和 K_3 ，满足 $K_2 \Rightarrow K_3$ ，且 $K \text{ acc } K_2$ ， $K_3 \text{ acc } K_1$

可访问的 DRS (Accessible DRS)

若 DRS K 和 K_1 满足以下条件之一，则称 DRS K_1 可以访问 K ，记为 $K \text{ acc } K_1$ ：

- ① $K_1 \leq K$ ，即 K_1 是 K 的子 DRS。由于 $K \leq K$ ，故有 $K \text{ acc } K$ ；
- ② 存在 DRS K_2 和 K_3 ，满足 $K_2 \Rightarrow K_3$ ，且 $K \text{ acc } K_2$ ， $K_3 \text{ acc } K_1$

可访问的话语所指 (Accessible DRs)

如果对于 DR x 和 y ， y 可以访问 x (记为 $x \text{ acc } y$)，当且仅当 $x \in U_K$ ， $y \in U_{K_1}$ 且 $K \text{ acc } K_1$

模型论解释 (Model-theoretic Interpretation)

模型 (Model)

在一个外延 (extensional) 模型 $\mathcal{M} \langle U, \mathfrak{I} \rangle$ 中, U 是个体 (individual) 的非空集合, 解释函数 \mathfrak{I} 则满足:

- ① $\mathfrak{I}: \text{Name} \rightarrow \{\{u\} \mid u \in U\}$
- ② $\mathfrak{I}: \text{Rel}^n \rightarrow \mathcal{P}(U^n)$

模型论解释 (Model-theoretic Interpretation)

验证嵌入 (verify embeddings)

对于映射 g 和 k , 定义 $g \subset_X k := \text{Dom}(k) = \text{Dom}(g) \cup X$, 其中, X 是 DRs 的集合。 $g \subset_X k$ 表示将映射 g 扩展到 X 上, 得到映射 k

- 1 $\langle g, h \rangle \models_{\mathcal{M}} \langle U, \text{Con} \rangle \iff g \subset_U h \wedge \forall \gamma \in \text{Con} : h \models_{\mathcal{M}} \gamma$
- 2 $g \models_{\mathcal{M}} (x_i = x_j) \iff g(x_i) = g(x_j)$
- 3 $g \models_{\mathcal{M}} N(x) \iff \mathfrak{S}(N) = \{g(x)\}$
- 4 $g \models_{\mathcal{M}} P(x_1, \dots, x_n) \iff \langle g(x_1), \dots, g(x_n) \rangle \in \mathfrak{R}(P)$
- 5 $g \models_{\mathcal{M}} \neg K \iff$ **不存在** 满足 $\langle g, h \rangle \models_{\mathcal{M}} K$ 的 h
- 6 $g \models_{\mathcal{M}} K_1 \vee K_2 \iff$ 存在 h 满足 $\langle g, h \rangle \models_{\mathcal{M}} K_1$ 或者存在 h 满足 $\langle g, h \rangle \models_{\mathcal{M}} K_2$
- 7 $g \models_{\mathcal{M}} K_1 \Rightarrow K_2 \iff$ 对所有满足 $\langle g, m \rangle \models_{\mathcal{M}} K_1$ 的 m , 都存在 k 满足 $\langle m, k \rangle \models_{\mathcal{M}} K_2$

模型论解释 (Model-theoretic Interpretation)

验证嵌入 (verify embeddings)

对于映射 g 和 k , 定义 $g \subset_X k := \text{Dom}(k) = \text{Dom}(g) \cup X$, 其中, X 是 DRS 的集合。 $g \subset_X k$ 表示将映射 g 扩展到 X 上, 得到映射 k

- 1 $\langle g, h \rangle \models_{\mathcal{M}} \langle U, \text{Con} \rangle \iff g \subset_U h \wedge \forall \gamma \in \text{Con} : h \models_{\mathcal{M}} \gamma$
- 2 $g \models_{\mathcal{M}} (x_i = x_j) \iff g(x_i) = g(x_j)$
- 3 $g \models_{\mathcal{M}} N(x) \iff \mathfrak{S}(N) = \{g(x)\}$
- 4 $g \models_{\mathcal{M}} P(x_1, \dots, x_n) \iff \langle g(x_1), \dots, g(x_n) \rangle \in \mathfrak{R}(P)$
- 5 $g \models_{\mathcal{M}} \neg K \iff$ **不存在** 满足 $\langle g, h \rangle \models_{\mathcal{M}} K$ 的 h
- 6 $g \models_{\mathcal{M}} K_1 \vee K_2 \iff$ 存在 h 满足 $\langle g, h \rangle \models_{\mathcal{M}} K_1$ 或者存在 h 满足 $\langle g, h \rangle \models_{\mathcal{M}} K_2$
- 7 $g \models_{\mathcal{M}} K_1 \Rightarrow K_2 \iff$ 对所有满足 $\langle g, m \rangle \models_{\mathcal{M}} K_1$ 的 m , 都存在 k 满足 $\langle m, k \rangle \models_{\mathcal{M}} K_2$

真值 (Truth Value)

记空映射为 Λ , 则一个完全的 DRS K 在模型 \mathcal{M} 下是真的 (记作 $\models_{\mathcal{M}} K$), 当且仅当存在一个 h , 满足 $\langle \Lambda, h \rangle \models_{\mathcal{M}} K$

内涵模型 (Intensional Model)

(15) A detective lives at 221B Baker Street.

内涵模型 (Intensional Model)

(15) A detective lives at 221B Baker Street.

一个内涵模型 \mathcal{M} 是一个三元组 $\langle W_{\mathcal{M}}, U_{\mathcal{M}}, \mathfrak{S}_{\mathcal{M}} \rangle$

- 1 $W_{\mathcal{M}}$ 是可能世界的合集
- 2 $U_{\mathcal{M}}$ 是一个非空的个体集合 (为了方便起见, 假设所有世界的个体集合是相同)
- 3 $\mathfrak{S}_{\mathcal{M}} : \text{Name} \rightarrow \{\{d\} \mid d \in U_{\mathcal{M}}\}$
- 4 $\mathfrak{S}_{\mathcal{M}} : \text{Rel}^n \rightarrow (W_{\mathcal{M}} \rightarrow \mathcal{P}(U^n))$

内涵模型 (Intensional Model)

(15) A detective lives at 221B Baker Street.

一个内涵模型 \mathcal{M} 是一个三元组 $\langle W_{\mathcal{M}}, U_{\mathcal{M}}, \mathfrak{S}_{\mathcal{M}} \rangle$

- ① $W_{\mathcal{M}}$ 是可能世界的合集
- ② $U_{\mathcal{M}}$ 是一个非空的个体集合 (为了方便起见, 假设所有世界的个体集合是相同)
- ③ $\mathfrak{S}_{\mathcal{M}} : \text{Name} \rightarrow \{\{d\} \mid d \in U_{\mathcal{M}}\}$
- ④ $\mathfrak{S}_{\mathcal{M}} : \text{Rel}^n \rightarrow (W_{\mathcal{M}} \rightarrow \mathcal{P}(U^n))$

命题 (Proposition)

给定一个完全的 DRS K , 在内涵模型 \mathcal{M} 下的命题为

$$\llbracket K \rrbracket_{\mathcal{M}}^p := \{w \mid \models_{\mathcal{M}, w} K\}$$

- 全称量词的表示
- 复数词
- 时态和体
-

请阅读Kamp et al. [2011], *Discourse Representation Theory*

- L. Banarescu, C. Bonial, S. Cai, M. Georgescu, K. Griffitt, U. Hermjakob, K. Knight, P. Koehn, M. Palmer, and N. Schneider. Abstract Meaning Representation for sembanking. In Proceedings of the 7th Linguistic Annotation Workshop and Interoperability with Discourse, pages 178–186, Sofia, Bulgaria, Aug. 2013. Association for Computational Linguistics. URL <https://aclanthology.org/W13-2322>.
- P. T. Geach. Reference and generality: An examination of some medieval and modern theories. 1962.
- H. Kamp. A theory of truth and semantic representation. Formal Methods in the Study of Language, 1981.
- H. Kamp, J. Van Genabith, and U. Reyle. Discourse representation theory. Handbook of Philosophical Logic: Volume 15, pages 125–394, 2011.
- R. Larson. Semantics. An Invitation to Cognitive Science: Vol. 1. Language, 1995.