

意合图：中文多层次语义表示方法*

郭梦溪¹, 荀恩东^{2†}, 李梦¹, 饶高琦³

¹北京语言大学 信息科学学院

²北京语言大学 语言资源高精尖创新中心

³北京语言大学 国际中文教育研究院

guo_mengxi@foxmail.com

摘要

基于参数的语义表示虽取得成就，但符号化的语义表示仍具有不可忽视的意义。我们在语义学基础上，充分考虑符号化语义表示在NLP领域落地中的需求，提出了一种兼具通用性与扩展性的多层次语义表示方法——意合图。意合图以事件为核心，由事件结构与实体结构构成，通过多层次语义体系设计，提升与场景结合的能力，并力求对不同层级的语言单元作一贯式表示。在资源建设和相关分析实验中取得良好效果。本文将重点介绍意合图设计理念与多层次语义体系。

关键词： 意合图；语义表示；事件结构；实体结构

Parataxis Graph: Multi-level Semantic Representation Method for Chinese

Mengxi Guo¹, Endong Xun^{2*}, Meng Li¹, Gaoqi Rao³

¹School of Information Science, Beijing Language and Culture University

²Beijing Advanced innovation Center for language Resources,
Beijing Language and Culture University

³Research Institute of International Chinese Language Education,
Beijing Language and Culture University

guo_mengxi@foxmail.com

Abstract

While achievements have been made in parameter-based semantic representation, the significance of symbolic semantic representation cannot be overlooked. Based on semantic theory, this paper thoroughly addresses the requirements for symbolic semantic representation in the application within the NLP field, introducing a universal and extensible multi-level semantic representation method named the Chinese Parataxis Graph. Centering on events, the Chinese Parataxis Graph is structured around event and entity frameworks, enhancing the capability to integrate with scenarios through a multi-level semantic system design and consistently representing language units at various levels. The approach has shown promising results in resource development and related analytical experiments. This paper will primarily discuss the design philosophy and the multi-level semantic system of the Chinese Parataxis Graph.

Keywords: Chinese Parataxis Graph, Semantic representation, Event structure, Entity structure

基金项目：国家自然科学基金“中文意合图表征与生成方法研究（62076038）；中央高校基本科研业务费（北京语言大学梧桐创新平台，21PT04）

† 通讯作者

©2024 中国计算语言学大会

根据《Creative Commons Attribution 4.0 International License》许可出版

1 引言

从自然语言处理的方法看，语义表示可分为符号化的语义表示与参数化的语义表示。符号化的语义表示利用离散的符号来表征自然语言的语义结构，强调语义结构的逻辑和形式化的显式表示；而参数化的语义表示则通常由向量的分布特征来表示，通过神经网络技术自动学习语言单元在连续向量空间中的分布关系来捕捉语义信息，往往被视为隐式表示。这两种表示方法在不同的任务和场景中都有其各自的适用性。

尽管参数化的语义表示方法已取得显著成就，但符号化的语义表示方法仍然具有其独特的优势和适用场景。荀恩东 (2023) 正式提出中文意合图的早期理论架构，以事件为中心，通过图结构的形式实现对事件的多层次表示。在意合图中，事件和实体被动态地编码为节点，通过有向边的连接来表示事件、实体、属性的语义关系，构建多层次的语义结构图。在意合图理论的基础上，我们通过标注近10000句论元结构 (王贵荣, 2023)、5000句意合图框架 (郭梦溪等, 2024) 对意合图理论进行大规模验证与修正，在工程实践中我们优化了意合图早期理论架构，完善了意合图通用语义体系。本文将重点介绍意合图的设计理念，以及多层次的体系内容。

2 相关研究

本文所研究的意合图是一种符号化的语义表示。截至目前，学界已积累了大量从不同视角设计符号化的语义表示方法的研究，国内外广泛流行的语义表示有多种形式。Fillmore (1977) 提出框架语义理论，通过“框架”对语言单元的概念结构进行描述。如动词“取”的语义框架由接受者、转移体、方式、处所等框架元素构成。加州大学构建英语的框架语义网 (FrameNet) (Collin F et al., 1998)；国内山西大学借鉴FrameNet，构建了汉语框架语义网 (Chinese FrameNet) (刘开瑛, 由丽萍, 2006; 郝晓燕等, 2007)，截至目前共为21283个词汇定义了1327个框架⁰。然而，尽管基于框架的语义分析能提供更精准的语义信息，但建立与维护需要消耗大量的人力和时间，且一旦定义后其泛化能力有限，缺乏灵活性。语义角色与框架元素类似，但框架元素是对具有相同框架的词汇而针对性定义的，语义角色是面向普遍词汇的，相比之下，语义角色标注 (Semantic Role Labeling, SRL) (Martha Palmer et al., 2005) 更具直接应用性。但语义角色标注仅关注谓词与其他成分的关系，语义覆盖度有限，属于浅层语义分析，且常依赖于句法结构树，语义表示上受句法限制。随着自然语言处理的不断发展，对语义分析的广度和深度日益提升，又陆续出现语义依存分析、抽象语义表示、通用认知概念标注等深层语义分析。语义依存分析 (Semantic Dependency Parsing, SDP) (Robinson, 2005) 对所有词对之间可能存在的语义关系进行表示，随着由语义依存树转换为语义依存图，语义依存分析打破树结构的限制，使其能够覆盖更多的特殊语言现象。李明琴等 (2003) 最早进行汉语的语义依存结构标注。但语义依存对自然语言的语义表示力度仍存在局限，对诸如省略、共指等重要的语言现象无法进行有效表示，并缺乏对不同句式的一致性表示。抽象语义表示 (Abstract Meaning Representation, AMR) 则采用图结构形式对句中概念与概念之间的关系进行表示，且忽视语义较虚的部分，允许新增节点，使得所能表示的语言现象大大增加 (Laura Banarescu et al., 2013)。南京师范大学将其引入汉语 (Bin Li et al., 2016)，并融入概念对齐信息 (Bin Li et al., 2019)，大大提高了汉语语义表示的深度与广度。但由于抽象语义表示将词语抽象为概念进行表示，存在概念对齐问题，且语义体系复杂，对众多非核心语义关系没有进行层次化分类。通用认知概念标注 (Universal Conceptual Cognitive Annotation, UCCA) (Omri Abend et al., 2013) 是一种跨语言适用的多层次语义表示，多层次的语义体系使其具有更强的扩展性，但由于其跨语言跨领域适用特点，使其语义表示粒度较粗。

在探讨语义表示的同时，我们不可避免地会涉及到知识表示。目前的知识表示可分为多种类型，包括知识图谱、事理图谱等。知识图谱主要用于表示实体及实体间的关系，而事理图谱是对事件之间的演化规律与模式的常识知识表示 (刘挺, 2017)。尽管传统的语义表示与知识表示的侧重点有所不同，前者侧重于关注语言单元及单元关系，后者侧重于构建一般性知识的结构化表示，但两者在本质上均可视为对概念单元及相互关系的表示，这意味着二者可以在表示逻辑上接近，在表示方法上相互贯通，从而实现有效融合，以提高语义分析与场景结合的能力。

综上所述，不同的语义表示各有优势，又各有局限性。高精度的语义表示能够更精准地描述语义，但往往会导致资源构建成本较大；其次，理想的语义表示应当能够广泛覆盖各种语言

⁰数据参考来源: <http://www.cfn-lab.com/#/resourceFrame>

现象，但也常会使语义体系复杂化；此外，一个高通用性的语义体系可以广泛应用于各种任务，但同时也应保持开放扩展性，以适应不同的应用需求。过往汉语的语义表示通常源于英语的表示方法，在一定程度上受形式性语言的表示方案思路限制。通过审视各种语义表示的优势和局限，以及知识表示的特点，我们针对汉语提出一种具有通用性与扩展性的多层次语义表示方法——意合图。

3 意合图的理念

各类语义表示方法无不根植于其语言观和应用观，并在计算可行性的约束下形成具体的表示方案。鉴于高精度的语义表示虽能更精确地描述语义却带来高成本的资源构建问题、理想的语义表示覆盖广泛语言现象而易导致体系过于复杂化的挑战、以及一个具有通用性的语义体系需同时保持可扩展性以适应不同应用的需求，我们将句子信息分为事件信息和实体信息，并采用单根有向图的形式承载事件、实体、属性及其关系，通过多层次语义设计以及与知识表示对接，使其在表示精度与构建成本，语义覆盖度与体系复杂度，通用性与扩展性上取得良好的平衡，进而从应用性角度提升了语义分析与场景结合的能力，我们将其定义为意合图。

3.1 语言观

语言观也即整个意合图理论所基于的对语言事实的基本假设。意合图的语言观源于以事件来理解语言符号从而构建对现实、认知、语言三个平面的一致性分析通道，形成了意合图以事件为中心的表示方法，并在表示方法与语义体系的构建上符合语言符号在不同视角下所具有的层次性特点。

3.1.1 人类语言的认知特点

人类在对外部世界种种现象的感知体验中逐步形成范畴、概念和思维，抽象出认知模型，建立认知结构，获得意义，通过语言形式将意义固定下来 (王寅, 2021)。语义形成的过程即可视为范畴化、概念化的认知过程。人类对外部世界感知后进行信息加工的本质是对事件内容的加工，客观存在的事件经感知后形成事件概念，并通过语言进行表达，形成所谓的语言事件 (Rosen, 2003)。因此，“事件”有客观存在的事件、存在于个体心智中的事件以及经语言表征出的事件三种形态，事件结构便可成为对现实、认知、语言三个平面的一致性分析对象，为深度语义分析提供有效视角。因此，意合图采用以事件为中心的语义表示方法符合人类对语言的认知特点。

意合图选择事件词作为事件的核心表达。所选择的事件词应是能够表征该事件的核心概念单元，与语言符号单元不存在绝对的对应关系。例如，一些虚化的谓词不表征事件概念，如形式动词；概念单元所对应的语言单元可以是非连续的，如汉语中的离合词，英语中的分隔动词短语；被恰当选择表示的最小概念单元不一定是词，如一些以短语形式表达的惯用语、构式等所表征的意义不宜再进行拆分。除此之外，同一事件可以用不同句法形式进行表征，在语义表示时应体现出其语义的一致性。

意合图基于这种认识，在语义表示的设计上以事件为中心，突破句法形式，忽视虚化成分，允许位于任何句法位置的语言单元充当事件词，允许多个连续或非连续语言单元充当事件词，对于隐性语义甚至可定义未在句中出现的概念词语作为事件的核心表达，进一步深化了汉语语义表示的深度。

3.1.2 语言符号层次性特点

语言有不同层级的语言单元，如词、短语、句子、段落、篇章等。意合图通过定义与分析关系事件 (见 5.1)，为理解和表示语言的复杂层次提供了新的视角，不仅能更准确地表示语义信息，还实现了对不同层级的语言单元进行一贯式表示。

以句子“我没有出去玩”为例，传统语义表示方法往往将“没有”就近与“出去”直接关联 (如图 1¹)，这种处理未对否定词的真正作用范围加以考虑，可能导致语义理解上的偏差。而意合图在无上下文指明“没有”的确切语义指向时，将“没有”与“出去玩”这一目的关系事件建立联系 (见图 2)，更符合“我|没有||出去||玩”的层次格局。

¹该语义依存图由LTP平台 (Wanxiang Che et al., 2021) 自动生成



Figure 1: “我没有出去玩”的语义依存图

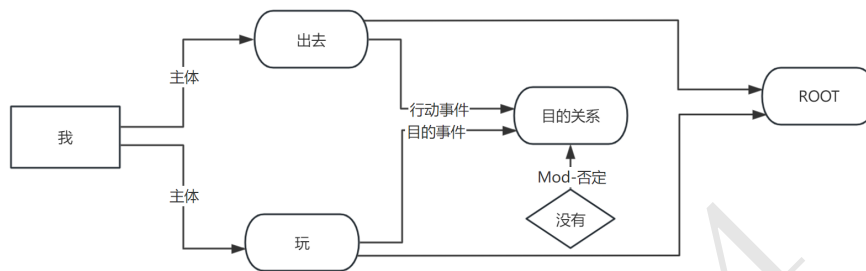


Figure 2: “我没有出去玩”的意合图

对于实体结构也同样如此，以“我和他的关系”及“我和他的书²”为例，二者在句法格式上类似，但意合图中所形成的抽象语义表示形式却不同。前者的层次为“我和他（的）|关系”，而后者是由“我的书”与“他的书”构成并列的逻辑关系，二者对应的意合图如图3所示。

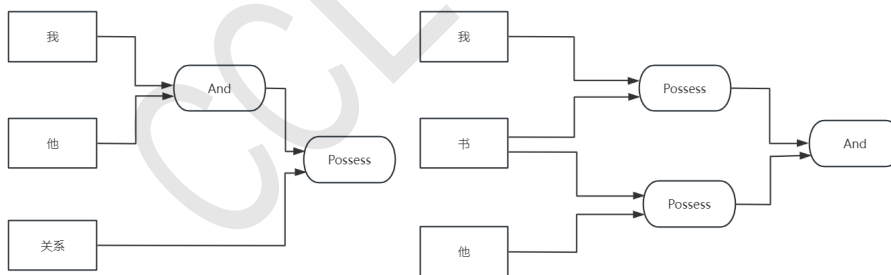


Figure 3: “我和他的关系”与“我和他的书”的意合图对比

除此之外，意合图同样通过关系事件，将不同层级的语言单元作一贯式统一表示，如“小明去商店给我买了一根雪糕，但是天太热化了。他很愧疚……”的意合图如图4所示，通过关系事件对大大小小的语言单元层层组装，实现一贯式和层次化表示。

²该处特指在类似“这些是我和他的书”的语境下，即排除“我（和）—他的书”的歧义

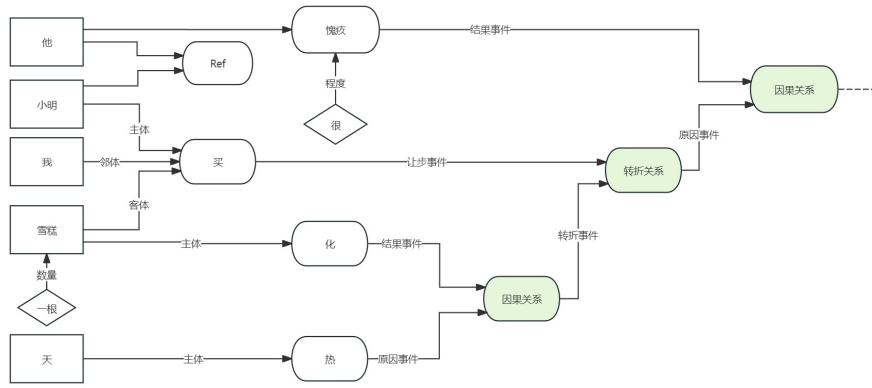


Figure 4: “小明给我买了一根雪糕，但是天太热化了。他很愧疚.....”的意合图

语义信息也同样具有不同层级。意合图对语义信息的层次化处理一方面体现在区分事件结构与实体结构，以及这两种结构内部更深层次的划分；另一方面体现在与命题和超命题的层次对应，语义角色标注等浅层语义分析往往仅对命题结构作分析，而语义依存分析、抽象语义表示等深层语义分析虽然已将语义表示范围扩展到了超命题结构，但往往未明确区分命题结构与超命题结构，而意合图将超命题结构归于情态信息与时体信息中，实现了对命题与超命题结构的层次区分。

3.2 应用观

应用观也即整个意合图理论希望服务下游NLP任务的形式。意合图的应用观立足于对语义的认识，在应用可行性的前提下采用更为灵活的策略扩大语义覆盖度，致力于建立一个具有通用性与可扩展性的语义体系，在自底向上的知识构建理念下增强与知识表示的兼容性。

3.2.1 语义的覆盖度

意合图不仅对通过语言符号显化的事件结构进行表示，还考虑隐性的语义信息。当人们使用语言对事件进行表征时，通常只会突显事件的一部分。例如句子“他去了”，在语境以及考虑表达突出点的条件下，该事件的起点、目的地、方式等事件要素均未以语言符号的形式进行表征；除事件要素外，一些事物关系也常不以语言符号的形式直接描述，如句子“他哭肿了眼睛”，“他”和“眼睛”的领属关系，“哭”和“肿”的因果关系并没有以语言符号形式进行描述。尽管语言符号形式不会表征出事件的全部内容，但听者在对语言信息进行解码时会激活对该事件认知的必要内容。这就要求在自然语言处理中，语义表示不仅要捕捉通过语言符号直接表达的内容，也需要深入挖掘和形式化表征那些隐性的、未被直接表述的语义信息。

隐性语义信息的补全高度依赖于具体场景与常识知识，仅依靠单一的语义表示很难完成。因此意合图在设计时并没有追求将隐性语义信息完全显式化，而是采用了更灵活的策略。基于出现的语言符号单元，一方面通过定义关系事件，显式化单元之间的隐性关系，如实体间关系和事件间的关系；另一方面，如果因省略等情况而导致某些语言单元无法与其他单元建立合适的语义关系³，如“我一会儿去超市，你(∅)呢？”，意合图则通过新增节点来进行补全。对于其他隐性语义信息，意合图可进一步通过外接知识图谱等知识源来进行补充。对此，意合图在设计之初就充分参考了知识图谱和事理图谱等表示方法，使其能够更好地与之兼容。

3.2.2 通用性与扩展性

意合图的通用性体现在表示跨领域甚至跨语言的基本语义关系。这种通用性来源于其设计初衷，即从一个全局视角出发，定义那些在多种领域和场景下普遍存在的语义关系，例如，实体之间的领属关系，在不同领域中可能表现为更具体，且具有显著特点和高应用价值的形式，如所有权关系、物种与其类群等，但这些都可以通过通用视角下的领属关系。这样的设计不仅使得意合图能够适用于广泛的应用场景，还为不同领域之间的知识迁移和整合提供了一个共同的语义基础。

³关于意合图对省略问题的处理，于意合图资源建设论文中详述。

意合图的扩展性则源于其层次分明的结构设计，这种多层次设计使得意合图能够灵活应对各种具体的语义表示需求。通过在必要时调整层次结构或增加新的层次，实现对不同层次和粒度的语义表示需求的灵活适应与扩展。

意合图通过其通用性和扩展性的结合，提供了一个灵活的语义表示框架。通用性使得它能够作为基础工具跨领域应用，而扩展性则保证了其在面对特定需求和不断发展的语义分析需求时的适应性和进化能力。这两大特性共同使得意合图有助于连接不同知识领域、促进跨领域知识迁移和整合。

3.2.3 实例到抽象转换

意合图的设计理念强调“先有实例，再做抽象”。这种理念本质上是一种自底向上的知识构建策略，与之相对的是自顶向下的概念先行策略。构建概念体系通常需要大量资源，并且一旦建立，其缺乏灵活性，在适应新信息时成为明显短板。通过大量实例抽象出概念，可以大大减少预先劳动；且在实例驱动的模式下，随着新实例的加入，可动态调整知识体系。此外，意合图在设计上借鉴了知识图谱、事理图谱等知识表示方法，增强了与现有知识体系的兼容性，使得意合图不仅可以从现有的知识图谱和事理图谱中快速提取和整合知识作为补充，还能将从文本实例中新抽象的概念信息有效地整合进这些图谱框架中，实现从实例到概念，再到知识图谱的流畅转换。

4 意合图的表示方案

意合图面向人以更友好的图形式表示语义信息，同时也可转换为三元组集合面向机器输入。

4.1 单根有向图

意合图是以事件为中心的语义表征图，为单根有向图。图中的节点表示单元，对应承载实体、事件、属性的语言单元，其中我们以事件词作为事件的核心表达，因此节点的语言单元体现为实体词、事件词、属性词。边为有向边，表示单元间的语义关系，对应实体与事件的关系、属性与实体的关系、属性与事件的关系、实体与实体的关系、事件与事件的关系，以及属性与属性的关系。并且设置了“ROOT”节点作为根节点，由核心事件词指向“ROOT”根节点。意合图的抽象表示形式如图6所示。

意合图主要由事件结构和实体结构构成。事件结构（见图5.a）包含内外两部分，在意合图中事件词的上方、下方、左方表示的是事件内结构，是事件词三个方向的输入，为事件的内部构成成分与依附于事件的属性。左方输入是核心论元，上方输入是边缘论元，下方输入是情态信息和时空信息。在意合图中事件词的右方表示的是事件外结构，是事件词的输出。当事件词为核心事件词时，右侧与“ROOT”根节点连接。实体结构（见图5.b）也包含内外两部分，在意合图中实体只有下方输入和右方输出。下方输入实体的属性，是实体内结构；右方为实体词的输出，是实体外结构。



Figure 5: 意合图事件结构与实体结构的抽象表示

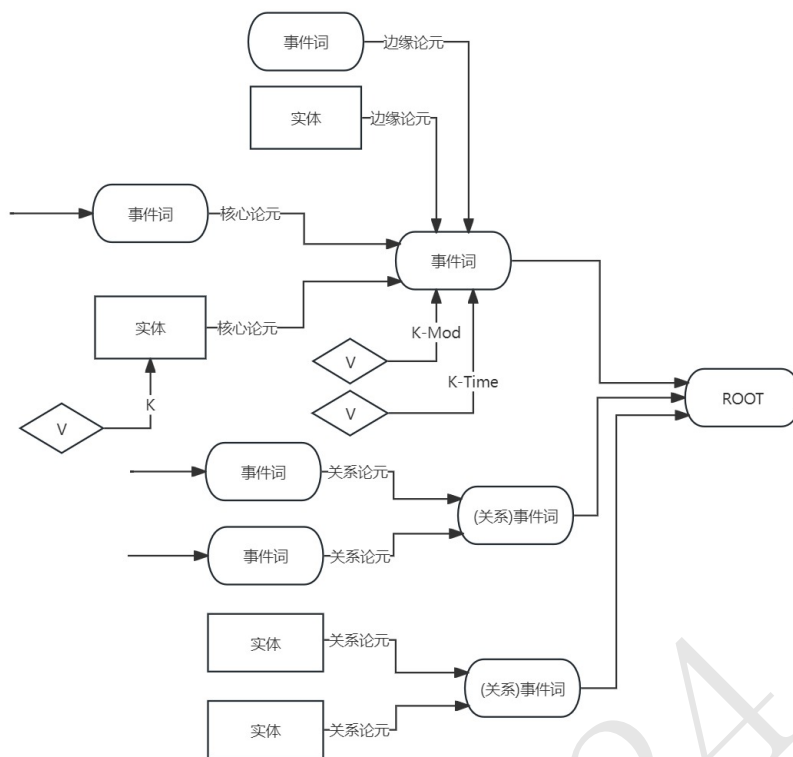


Figure 6: 意合图的抽象表示

4.2 三元组集合

图结构可以三元组的形式进行表达，以便进行数据存储与语料标注。一个意合图表征以三元组(W1,Rel,W2)作为基本单元，形式化为三元组集合（如图7）。 $W1, W2 \in N$ ， N 为图中节点所承载单元的集合， Rel 为边所承载的语义关系的集合。可解读为 $W1$ 是 $W2$ 的 Rel ，或者 $W1$ 表征了 $W2$ 的 Rel 。

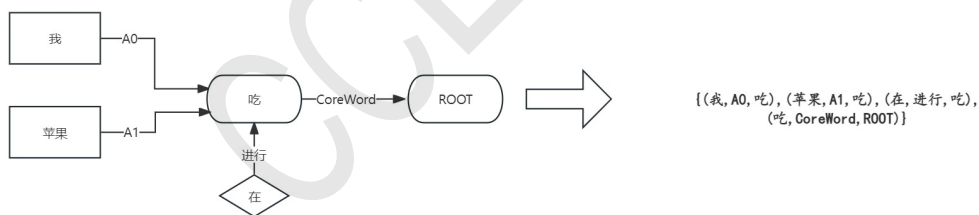


Figure 7: “我在吃苹果”的意合图到三元组转换

5 意合图的表示内容

意合图是围绕事件的语义表示，包括事件结构和实体结构两部分。本节先阐述意合图对事件的理解，再从事件结构与实体结构两方面说明意合图的表示内容。

5.1 事件的基本概念

事件是现实世界或可能世界中事物的行为、状态，以及事物间存在的关系。人类对事件的理解和认识，通过语言记录下来。意合图从语言的形式表达中挖掘其深层语义信息，将通过语言记录下来的事件形式化地表征出来。意合图所表征的事件可分为一般事件和关系事件两种。

一般事件是对现实世界或可能世界中事物的动作行为或状态描述，可以是动态的事件，如动作行为、发展、变化等；也可以是静态的事件，如性质、状态、判断、关系、心理活动等。

一般事件内部由论元、事件词、情态信息、时空信息构成。一般事件的事件词通常能够在句中
找到对应的语言单元，即显性事件词；在一定语境下事件词可能在语言符号形式上缺省，意合
图允许新增节点补全事件词，此时为隐性事件词。

除一般事件外，意合图还将单元的外部关系视作事件，称之为关系事件。我们认为实体间
或事件间的关系本身也是客观存在于现实世界或可能世界的一种事实，可认为是一种静态事
件，如两个实体间的领属关系、整体部分关系等，两个事件间的因果关系、转折关系等都是或
显性或隐性地反映出的事实。关系事件由关系论元和关系事件词构成。关系事件词是抽象出来
的概念词语，包括事件间关系词与实体间关系词，为隐性事件词。

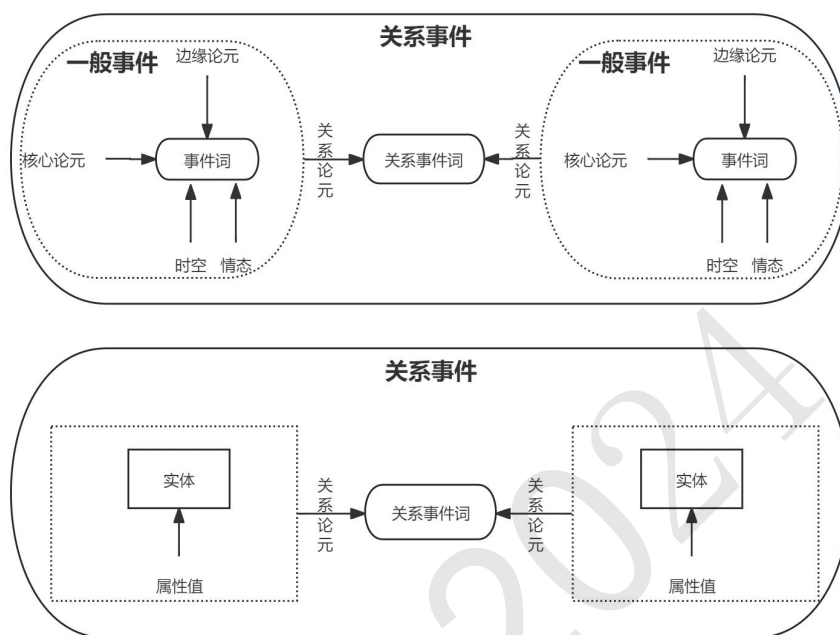


Figure 8: 意合图事件的抽象概念图

5.2 事件结构

5.2.1 事件内结构

事件内结构包括论元结构、情态结构和时空结构。

(1) 论元结构。论元是事件的构成成分，与事件词发生关系，分为核心论元与边缘论元。意合图中将核心论元分为三类，即主体、客体、邻体；边缘论元有九类，分别为：工具、材料、方式、依据、原因、目的、范围、数量、状态。其中，数量又细分为数量、数量源点、数量终点；状态又细分为状态、状态源点、状态终点。此外，由于意合图定义了特殊的关系事件，因此论元中也含有特殊的关系论元，如“因果关系事件”的论元有“原因事件”和“结果事件”两种，我们对每一种关系事件均定义了其对应的关系论元。

(2) 情态结构。情态是事件的属性，依附于事件词。从表达情态的词汇载体看，常为副词、助词、形容词等；从句法位置上看，常为状补语；从语义指向上看，一般指向事件词。在意合图中，意合图的情态信息分为八类，分别为：程度、判断、语气、范围、情状、方式、能愿、结果。

(3) 时空结构。时空即事件的时间信息和空间信息。事件与实体作为两大认知对象，事件与实体相比，时间性与空间性是其最大的特点之一。事件的时间信息和空间信息是事件最基本的构成成分与属性特征。意合图的时间信息是对事件时间的详细表征。我们认为事件的时间信息并不是由单一的某一时间论元或时态等信息所表达的，如果关注事件的时间信息，就要关注与时间相关的各个方面，进行综合计算，才能真正更确切地反映事件的时间信息。因此，意合图不再将时间信息拆分成离散的多类语义类归入不同的语义结构中，而是作综合处理，划分出时间语义层。意合图的时间信息分为六类，分别为时点、时段、时态、时频、时制、时序。意

合图的空间信息分为两大类，分别为处所和趋向。其中，处所又分为处所、处所源点、处所终点。

5.2.2 事件外结构

事件外结构即事件与事件间的关系，一般事件和一般事件构成关系事件，关系事件和关系事件构成更大的关系事件，一般事件也可以与关系事件构成更大的一般事件或关系事件。构成关系事件的一般事件或关系事件，是关系事件的论元，我们称之为关系论元。

意合图的事件间关系分为八类，分别为时序关系、递进关系、转折关系、因果关系、假设关系、条件关系、目的关系、逻辑关系。其中逻辑关系又分为并列关系和选择关系。

5.3 实体结构

实体结构也有内外之分，实体内结构是指实体与依附于实体的属性，实体外结构是指实体与实体间的关系。

5.3.1 实体内结构

实体内结构为实体与依附于实体的属性，实体的属性是实体自身结构的一部分。意合图中将实体的属性分为九类，分别为数量、时间、处所、参照、功用、性状、表象、关涉、指别。

5.3.2 实体外结构

实体外结构为实体与实体间的关系，构成关系事件⁴。构成关系事件的实体是关系事件的论元，我们称之为关系论元。在一些情况下，事件可以作为整体与实体发生关系，此时该事件与实体间的关系，相当于实体与实体间的关系。意合图的实体间关系分为四类，分别为同指关系、领属关系、整分关系、逻辑关系。其中，逻辑关系又分为并列关系、选择关系。

6 结语

本文介绍了一种具有通用性与扩展性的多层次语义表示方法——意合图。首先从语言观与应用观两个维度探讨了意合图的设计理念，其次对意合图多层次语义体系进行了介绍，阐释了意合图在表示精度与构建成本，语义覆盖度与体系复杂度，通用性与扩展性等多个方面取得平衡，同时体现了意合图在未来应用上的潜在价值。

意合图作为一个研究项目，其相关研究仍在不断地推进中。基于意合图构建的语义资源也已投入评测活动，供学界同仁使用。关于意合图语义资源构建的规范与成果将于另文(郭梦溪等, 2024)详细介绍。

参考文献

- Bin Li, Yuan Wen, Lijun Bu, Weiguang Qu. 2016. *Annotating the Little Prince with Chinese AMRs*. In Proceedings of the 10th Linguistic Annotation Workshop held in conjunction with ACL 2016 (LAW-X 2016), pages 7–15, Berlin, Germany. Association for Computational Linguistics.
- Bin Li, Yuan Wen, Li Song, Weiguang Qu, Nianwen Xue. 2019. *Building a Chinese AMR bank with concept and relation alignments*. Linguistic Issues in Language Technology, 18.
- Fillmore, Charles J. 1977. *The need for a frame semantics in linguistics*. Statistical Methods in Linguistics, Statistical Methods in Linguistics.
- Laura Banarescu, Claire Bonial, et al. 2013. *Abstract Meaning Representation for Sembanking*. In Proceedings of the 7th Linguistic Annotation Workshop and Interoperability with Discourse, pages 178–186, Sofia, Bulgaria. Association for Computational Linguistics.
- Robinson, J. J. 2005. *Dependency structures and transformation rules*. Language, 1970, 46(2):259–285
- Collin F. Baker Charles J. Fillmore John B. Lowe. 1998. *The Berkeley FrameNet Project*. Proceedings of the 36th Annual Meeting on Association for Computational Linguistics, Canada.
- Leonard Talmy. 2012. *Toward a Cognitive Semantics: (Volume I) Concept Structuring Systems*. 外语教学与研究出版社, 北京.

⁴关系事件应属事件结构，但为便于论述，仍将其从单元性质的视角下放于实体结构中说明

- Martha Palmer, Daniel Gildea, and Paul Kingsbury. 2005. *The Proposition Bank: An Annotated Corpus of Semantic Roles*. Computational Linguistics, 31(1):71–106.
- Mingqin Li, Juanzi Li, Zhendong Dong, Zuoying Wang, Dajin Lu. 2003. *Building a large Chinese corpus annotated with semantic dependency*. Proceedings of the Second SIGHAN Workshop on Chinese Language Processing -.
- Rosen, S. T. 2003. *The syntactic representation of linguistic events*. The Second Glot International State-of-the-Article Book.
- Omri Abend, Ari Rappoport. 2013. *Universal Conceptual Cognitive Annotation (UCCA)*. In Proceedings of the 51st Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (Volume 1: Long Papers), pages 228–238, Sofia, Bulgaria. Association for Computational Linguistics.
- Omri Abend, Ari Rappoport. 2013. *UCCA: A Semantics-based Grammatical Annotation Scheme*. In Proceedings of the 10th International Conference on Computational Semantics (IWCS 2013) – Long Papers, pages 1–12, Potsdam, Germany. Association for Computational Linguistics.
- Omri Abend, Ari Rappoport. 2017. *The State of the Art in Semantic Representation*. In Proceedings of the 55th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (Volume 1: Long Papers).
- Wanxiang Che, Yunlong Feng, Libo Qin, and Ting Liu. 2021. *N-LTP: An Open-source Neural Language Technology Platform for Chinese*. In Proceedings of the 2021 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing: System Demonstrations, pages 42–49, Online and Punta Cana, Dominican Republic. Association for Computational Linguistics.
- 董振东, 董强, 郝长伶. 2007. 知网的理论发现. 中文信息学报.
- 郭梦溪, 李梦, 荀恩东, 饶高琦, 于钟洋. 2024. 基于意合图语义理论的结构标注体系与资源建设. 第二十三届中国计算语言学大会.
- 郝晓燕, 刘伟, 李茹, 刘开瑛. 2007. 汉语框架语义知识库及软件描述体系. 中文信息学报, 96-100+138..
- 黄彤, 李斌, 闫培艺, 戴玉玲, 曲维光. 2020. 基于抽象语义表示的汉语句式标注与分析. 中文信息学报.
- 蒋炜, 李正华, 张民. 2020. 句法增强的UCCA语义分析方法. 北京大学学报(自然科学版).
- 鲁川. 2001. 汉语语法的意合网络. 商务印书馆, 北京.
- 刘开瑛, 由丽萍. 2006. 汉语框架语义知识库构建工程. 中文信息处理前沿进展——中国中文信息学会二十五周年学术会议论文集.
- 刘茂福, 胡慧君. 2017. 基于认知与计算的事件语义学研究. 科学出版社, 北京.
- 刘挺. 2017. 从知识图谱到事理图谱. <https://www.leiphone.com/category/ai/Fx6Mgs9WRPBshnIG.html>. 2017-11-15.
- 刘宗田, 黄美丽, 周文, 仲兆满, 付剑锋, 单建芳, 智慧来. 2009. 面向事件的本体研究. 计算机科学.
- 邵田. 2023. 基于大数据的汉语情态义简单状补组块研究. 北京语言大学博士论文.
- 邵艳秋, 邱立坤, 梁春霞, 毛宁. 2011. 中文语义依存树库构建及自动分析技术. 中国中文信息学会. 中国计算语言学研究前沿进展 (2009-2011) .
- 王诚文. 2021. 面向意合图的汉语动词论知识构建研究. 北京语言大学博士论文.
- 王寅. 2021. 认知语言学. 北京大学出版社, 北京. 214
- 王贵荣. 2023. 意合图事件结构标注及分析研究. 北京语言大学博士论文.
- 荀恩东. 2023. 自然语言结构计算: 意合图理论与技术. 人民邮电出版社.
- 萧国政. 2020. 语法事件与语义事件——面向人工智能的语言研究. 长江学术.
- 张牧宇, 秦兵, 刘挺. 2014. 中文篇章级句间语义关系体系及标注. 中文信息学报.