

的选择方法。

### 3.2 Q-学习

与瞬时-差分学习联系密切的是 Watkins 于 1989 年提出的 Q-学习<sup>[1]</sup>，它是目前最容易理解和广为使用的加强学习方法，由 Watkins 与 Dayan 首次提出 Q-学习收敛的一个完整证明<sup>[2]</sup>，是加强学习理论的里程碑。Lin 与 Singh 进一步扩展并推广 Q-学习及其它简单加强学习方法以便使其适用于更大及更难的任务。通过对学习方法进行系统比较，Lin 表明利用“由例子告知”和“再利用先前经验”的新方法可极大地加速学习<sup>[3]</sup>。Singh 扩展加强学习方法是通过对实现从简单任务到较大的组合任务的转换<sup>[4]</sup>。Dayan 利用 Q-学习技术来扩展时间-差分学习方法的理论，并降低它们对马尔可夫环境假设的依赖性<sup>[21]</sup>。

对于 TD 与 Q-学习算法，人们经常抱怨其奖赏在状态空间内传播较慢，对此可引入跟踪机制。Singh 与 Sutton<sup>[32]</sup>为 TD 考虑一个新的跟踪机制，并证明它比标准机制具有某些理论及实验方面的优点。由 Peng 与 Williams<sup>[33]</sup>作的技术报告研究了利用由 Watkins 在 Q-学习中提到的跟踪。

最后，像其它学习一样，加强学习的一个关键问题是关于发现及利用偏置(bias)，偏置在加强学习中特别关键，因为它具有双重作用：一是用于进行合适的扩展，二是能指导初始探索以便收集有用的经验。Maclin 与 Shavlik<sup>[34]</sup>，允许人们以“建议”的形式对他们的加强学习系统提供偏置，将这种建议增加到值函数的神经网络表示中，并根据智能体的经验对建议进行调整。

其它加强学习工作，还有 Barto 等的动态规划<sup>[35]</sup>，Whitehead 与 Ballard 的有效感知<sup>[36]</sup>，Mahadevan 与 Connell 有关机器人的 Q-学习<sup>[37]</sup>，Booker<sup>[38]</sup>与 Grefensteeete 等<sup>[39]</sup>有关遗传算法中的加强学习。

加强学习诱人之处部分原因在于它在某种意义上是整个 AI 问题的一个缩影，其任务即是某个自主学习智能体与其外界交互作用以完成某个目标。

国内对加强学习的研究较少，而且研究集中于应用方面。阎平凡最近对加强学习的原理及主要算法进行了介绍<sup>[13]</sup>。叶文曾于 1991 年将 TD 算法用于化工控制研究中，杨璐博士将 TD 算法与神经网络结合于时序实时建模，成功地应用到股票市场预测之中<sup>[40]</sup>。本文作者的研究是集中于加强学习基础理论方面的。

## 4 应用

机器人(robot)控制问题，像航海，杆平衡或者魔术游戏是经典的加强学习问题；但加强学习问题也出现于其它许多应用中。加强学习特别有趣的一类应用出现于符号学习中(Dietterich)<sup>[41]</sup>。Tesauro 的 TD-Gammon 系统<sup>[42]</sup>是一类符号级加强学习的一个例子，系统在开始就知道国际象棋的全部模型，因而原则上能够简单地计算最优模型。然而，这种计算是难以实现的，只能利用模型来产生经验，然后从经验中学习策略，最后得到了非常好的近似解，所用经验集中于游戏的绝大多数典型情况。符号级加强的另一个例子是 Zhang 与 Dietterich 的调度系统<sup>[42]</sup>。这时，把问题求解中有关学习搜索-控制规则的问题模型化为一加强学习问题，这种模型比典型的基于解释学习模型更合适<sup>[44]</sup>。

在未知环境中探索的问题是加强学习的一个关键问题。尽管容易理解 k-机翼敌机这类简单问题，但理解更一般环境的探索较难。Koenig 与 Simmons<sup>[45]</sup>考虑了具有目标的多状态环境中探索的特例，该文证明了即使找到目标一次的问题也可能是难以处理的，但是在表示方面的简单改进就能对问题的复杂度产生较大影响。

(参考文献共 45 篇略)

(上接第 29 页)

### 参考文献

- [1] 姚天顺等，自然语言理解，清华大学出版社，1995  
 [2] 熊学亮，情境理论模型评介，国外语言学，1993. 4  
 [3] 迟成英、麻志毅，文本理解与汉语文本结构分析，中文信息，1997. 1  
 [4] Ma Zhiyi, Zhan Xuegong, Yao Tianshun, The Method

of Knowledge Expression of Confirming Texts' Topics, ICCPOL97

- [5] Forgas, J. P., Social Episodes, New York: Academic Press, 1979  
 [6] Ma Zhiyi, Yao Tianshun, Extracting Topics from Texts Based on Situations, PACLIC11, 1996  
 [7] 姚天顺等，词汇语义驱动方法，机器翻译研究进展，电子工业出版社

## 基于情境的文本理解

Text Understanding Based on Situations

26-29, 15

麻志毅 姚天顺

TP391

(东北大学计算机系 沈阳110006)

**摘要** To understand Texts, we must relate them with specified situations. The paper, on the basis of the idea, deals with the model of text understanding based on situations and discusses the method of building situation models and the process of text understanding.

**关键词** Object, Event, Situation, Natural language understanding

## 1 引言

人在语言的使用过程中,对真实或想象世界的长期记忆储存方式是采用情境模型描述的。也即,人的记忆结构由所涉及的人物,事件,地点等一些一般的关系所组成,这些结构是构成情境模型的基础。情境、情境模型及文本之间的关系如下:

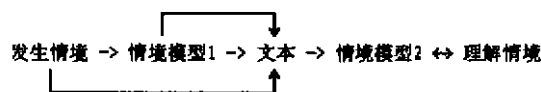


图1 情境模型与文本间的关系

情境模型1是文本的作者对实际发生的情境的 理解后而形成的有关记忆状态,情境模型2指的是文 本理解者对文本理解和加工后而形成的有关记忆状 态。

在文本理解的过程中,利用文本中的内容对所 使用的那个情境模型提供必要的信息,对情境模型 实例化,产生理解情境。在这个过程中,与文本内容 相关的情境模型便在文本理解者的大脑中形成、激 活、扩展或更新。若文本所反映的是新内容,则这个 新产生的情境,就是文本理解者记忆中的最初的情 境模型;对于已存在相应的情境模型而言,有的情境 模型一旦被激活就能使用,而有的情境模型被激活 后因与文本的内容不相符,就需要利用文本的内容 和其他情境模型对此情境模型修正,而形成扩展或 更新后的新情境模型。从上述的关系中可以看出,情 境是文本描述的对象,情境模型是真实发生的情境 的框架,通过文本理解后所建立起来的情境是真实 情境的还原或拓展。在脱离发生情境的文本理解过

程中,情境模型便成了中介物。

在形式上,文本是用线性符号串表示的。在语义 上,它的内部各个成分之间存在着复杂的关系,形成 了复杂的网络,该网络是文本的表层语义,而不是文 本的深层语义。文本的深层语义只有在具体的语言 环境下,才能被获得。这里,这个具体的语言环境是 用情境模型来标引的。

总的来说,文本理解是指文本在计算机内部转 化为一种体现其内容的知识结构,它是文本描述的 情境的再现过程,是把各种信息传达给用户的活动。 把文本中的对象集成在一个表达空间内,从时间、空 间和逻辑关系这三个维度进行描述。此外,以这些知 识结构为基础,还可进一步地进行知识抽取或推理 等活动。

## 2 文本理解模型

计算机中的对象是对认识世界中对象概念理解 的逐步深入,是对现实世界中客观对象的模拟。

**定义1** 对象是客观世界的有形物体或是意识 范畴的心理概念(无形实体)。它们可以是人物型、物 体型,抽象型和无定义型。

文本理解中的数据模型要能支持丰富的数据类 型及相应的处理,准许有类型未定义的对象存在,即 在生成对象的实例时,定义对象的类型。

对象有主动和一般之分。主动对象能考虑周围 环境对自身行为的影响,决定它的自身的行为,它以 言语和行为与外界建立联系。一般对象可以是物质 对象,主动对象能操纵和影响它。可以看出文本理解 中的主动对象通常指在一定环境下持续自主地运行

的实体,它有两个特点:自主性和相互制约性。主动对象活动的动因可分为:①内部的一由它的意识所决定,它是主动的,由动机驱动。②外部的一受各种常规策略的约束和影响,如法律和纪律等。它是被动的,由事件驱动。

每个对象都可看作进程的并发系统,若干对象的行为表现为每个对象的原子动作的不确定性和交叉重叠。

这样对象间存在一定的关系,另外,对象处于一定的状态之中,此时的对象与状态也组成一种关系,共有49种这样的语义关系<sup>[1]</sup>。同一类关系,还附有进一步的下位属性描述。这类属性一般地说,难以事先完全泛述,根据复杂的语义现象,可随时增补,它是一个动态的复杂语义集。

一个文本中的诸对象,在一定的条件下,构成了一些事件,这些事件处于一定的状态之中。

**定义2** 设  $r_n$  是一个  $n$  元关系,  $x_1, \dots, x_n$  为对象,  $P$  为时间空间关系,定义  $(r_n, x_1, \dots, x_n, P)$  为事件状态。

**定义3** 事件过程是遵守一定时间顺序的事件状态的序列。

**定义4** 事件类型是一个含有未定元的事件过程。

设  $x_1, x_2, \dots, x_n$  为一个情境模型中的事件类型,  $n \geq 2$ , 则事件类型间存在一定的关系:

•  $n$  元并发运算  $\wedge(x_1, \dots, x_n); x_1, \dots, x_n$ 。在时间上有重叠。

• 因果运算  $x_1 \Rightarrow x_2$ : 先执行  $x_1$ , 因受执行  $x_1$  产生的结果的影响,  $x_2$  开始执行。

• 顺序运算  $x_1; x_2$ :  $x_2$  在  $x_1$  后执行。

• 空间运算  $\#(x_1, \dots, x_n); x_1, \dots, x_n$  间的相对场所或位置。

• 循环运算  $x \odot m$ :  $x$  执行  $m$  次, 在  $x$  的每次执行中, 其中的对象不同。

...

• 重复执行  $x \otimes m$ :  $x$  执行  $m$  次, 在  $x$  的每次执行中, 其中的对象相同。

**定义5** 事件类型网:  $\square$  一个事件类型本身可以是一个事件类型网。□如  $x_1, \dots, x_n$  是事件类型, 则  $\wedge(x_1, \dots, x_n), x_1 \Rightarrow x_2, x_1; x_2, \#(x_1, \dots, x_n), x \odot m, \dots, x \otimes m$  是事件类型网。□经上述有限次复合的结果是事件类型网。

**定义6** 情境模型是一个具有一定关系的事件类型集, 它的组织形式是以事件类型为基本节点的网状结构, 即上述的事件类型网。

设  $[\dots]$  表示逻辑联接集,  $\Delta$  表示时空变元,  $X_i$  表示对象变元,  $i \in [1, n]$ , 有如下定义:

$\langle \text{情境模型} \rangle ::= [ \langle \text{事件类型} \rangle, \dots, \langle \text{事件类型} \rangle ]$

**定义7** 情境是一个情境模型的实例化, 是一个具有一定关系的事件过程集, 其组织形式是以事件过程为基本节点的网状结构。它反应了一个具体的动态或静态的事件。

**定义8**  $\langle \text{情境图示} \rangle ::= ( \langle \text{事件模型} \rangle | \langle \text{情境图示} \rangle, \dots, \langle \text{事件模型} \rangle | \langle \text{情境图示} \rangle )$

即情境图式由情境模型复合而成, 这是一种部分与整体的关系<sup>[2]</sup>, 在处理方法是自底向上的。在不至于混淆的情况下, 有时也把情境图示称为情境模型。

在具体分析时, 与文本相关的情境图示和文本的结构决定了文本理解中的知识粒度。

### 3 文本理解中的技术分析

当理解文本时, 必须把文本的内容和它发生的情境(或类似的情境)结合起来, 这种情境实际是对理解的一种约束, 并且这种约束其实是种包含关系, 因果关系和时空关系, 下面首先介绍情境模型的建立方法, 然后说明文本分析的过程。

#### 3.1 情境模型的建立

在语言使用的过程中, 所涉及到的世界情景知识面是相当广的, 表述这些知识有两种方法。一种是分类法, 列出所有的情境, 设立分类原则, 对情境分类。这种方法的不足之处是类与类之间的关联太含糊, 而且工作量也很大。第二种方法是情境模型法, 这种表述呈树型结构, 有较强的描述和解释力, 这是一种部分与整体的关系。如“乘飞机”这一命题, 向上一个层次是“旅行”, 向下一个层次可将该命题再分为“购票”等。在这个树型结构中, 一个结点是一个情境模型, 用形式的方法来表述就是在某一树型结构上设立“原因”, “结果”和“过程”等语义范畴。

人们对某一个事物的理解, 是指他们学习到了该事物中的最典型的对象特征, 提取出了若干这些对象特征之间的相关, 并且围绕这些相关在他们的思维中建立起了情境模型。从这个意义上讲, 情境模型与其对应体情境之间主要有行为上的相似性, 情境模型应满足如下要求:

- 合理地进行抽象和有效地模仿真实情况。
- 由反应实际情境中最小的一组因素构成。
- 充分明确地表达出组成要素之间的有机联系。

按上述原则,从一个事件过程的集合,可以确定事件类型。

**定义9** 若两个事件过程属于同一个事件类型,则说这两个事件过程关于该事件类型是同属的。

确定情境模型的算法:

·在同类的文本集中,初步确定若干个具有相似性质的事件过程集。

·对每一个事件过程集,把所有同属的事件过程都划分到同一个集合。这样,事件过程集被划分为若干个等价类。

·该划分确定事件过程集的一个等价关系 $r$ , $r$ 在事件过程集上决定了新的等价类集合 $TS'$ ,它是原事件过程集 $TS$ 关于 $r$ 的商集,即 $TS' = TS/r$ , $TS'$ 实际上是一个事件类型的集合,它是 $TS$ 的一个抽象。

·利用 $TS'$ 中的事件过程集,完善相应的事件类型。

·确定事件类型之间的关系<sup>[3]</sup>。

·选用一种知识的表达方法,描述新建立的情境模型<sup>[4]</sup>。

在具体的模型建立过程中,情境模型只能是片断的和不完全的,因为情境模型是人观察世界的产物,人的因素介入,如信仰,观点,标准价值等,导致它有一定的局限性。此外,由于世界是发展变化的,人对世界的认识不可能穷尽,情境模型的体系也是发展变化的,体现在情境模型的改变,更新和数量上的增加。但情境模型中的一些关系(比如层次,顺序,因果关系等)一般比较固定,而文本中的各成份只是按文本的思想内容作一些位置上的变化排列。根据Forgas(1979)的报告<sup>[5]</sup>,社会情境的基本范畴约30个,各种模型无非是对这些范畴编排的结果。这说明以情境为基础来理解文本具有现实性。

模型及语言的使用是规律和现象的关系,一个情境模型在人记忆中的形成,可能是建立在一次或多次直接或间接的经验之上的,该过程是一个不断完善的过程。所以在用计算机进行文本理解的过程中,应该先仔细分析有足够代表性的语料,然后再通过内省设立一些(情境)模型并通过一些实验去证实,充实或修改这些模型,最终要达到机器学

习和自我完善的功能。

### 3.2 文本分析的过程

文本中的语句描述了对象间的关系,它们应该是文本分析的基本单位。按照句子表达信息的性质,可将句子划分为:

叙述句:它的情境含义是一事件状态或一个事件过程。谓词提供了对象间的关系,体词提供了对象的落实。

描述句:它对对象进行语义修饰,即由形容词所提供的一元关系对对象的运算。

断言句:谓语由系词充当,类似于描述句。

语义段由具有一个明确的语义中心的句子组成,各句子表达的中心意思或各句子叙述的话题是相同的,并且在结构上是衔接的。结构衔接在语法上有关联词,这是划分语义段的一个依据<sup>[3]</sup>。对于无关联词衔接的句子,判断它们是否属于同一语义段,按下列原则判定:一个文本中,一个句子(复句)为初始语义段,在主体未变化之前,都划归为同一语义段,若在此过程中,时间、地点、场所发生突变性变化,应算为另一语义段。

一个或几个语义段在文本中用一个事件过程来描述,也即,一个或多个对象,在某一境界中,占有一次连续的时间而有所活动,就是一个事件过程。这里的语义段的划分,决定了理解中的知识粒度和情境的层次深度。

自然语言理解通常是利用词典、语言知识和背景知识,经过分词,词法分析,句法分析,语义分析等过程来进行的。基于情境的文本理解的系统结构见图2。

文本的结构分析见[3]。结构树中的基本子树就是上述的语义段。对于一个语义段,利用我们的CENTRAN系统<sup>[1]</sup>,可生成它的语义网络,语义网间的关系是由结构树决定的。

情境模型建立后,就能在一定的程度对文本内的宏观命题的内涵起到范围控制作用。如,人们听到“早在1965年,前苏联宇航员列昂涅夫就在太空中行走了24分钟,并且安全返回”,人们可能不知道列昂涅夫是谁,但可以想象到在太空中行走的情景。这种想象是在相应已有的情境模型的指导下进行的,情

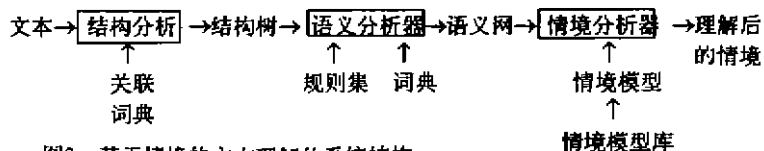


图2 基于情境的文本理解的系统结构

境模型中作为未知的部分(谁,时间,地点等)是变项,这种变项的内容范围是有限的,这是一个从一般到特殊的过程。

在情境分析器中,对语义网的处理,是两个过程的相互作用。一是资料驱动加工,是对语义网中的信息的使用,这是一个自底向上的过程。二是用启发知识,策略知识和环境指导对信息的加工,这是一个自顶向下的过程。

一个事件过程属于某一个事件类型,该事件类型包含的情境类型,即是理解该事件过程的背景。在此背景下,能确定概念的具体含义,同时也能确定语义网络中的不确定信息。如从上文中,可确定当前的指示代词及缺省成分等,使该事件过程有一个具体的确切含义。这样的文本理解过程,是一个语义段一个语义段分析的,这是一个自底向上的过程。

假设当前已产生具体的事件过程网为 E-net,一个新的事件过程 e 成立并且可以加入该事件过程网,是指满足下述条件或与其无关:

- 与已存在的事件过程间的关系相容。
- 与已存在的事件过程相容。
- 与当前的情境模型相容。
- 与领域知识库相容。

也就是,已存在的事件过程网是判断新的事件过程具体含义的约束条件。这些约束条件对有的理解有约束作用,有的无明显约束作用。

新的事件过程与已存在的事件过程网间的关系的建立,主要是依靠相应情境模型来指导,这是上述的自顶向下过程。

由于人类智能具有非线性、不确定性、不完备性和满意性,所以在计算机中,用文本的内容来填充某个合适的模型产生情景时,也带有一定的模糊性。

**结束语** 基本的情境模型范畴固然有限,然而由于匹配面涉及太广,在语用理论上不可能有完整表述体系。目前,有关的研究只能在小范围里进行,我们选择的是刑事案件分析这个受限领域。

基于情境理解文本,是我们近些年来一直从事的项目。目前,我们已经完成了一些工作,但仍有许多问题需要探讨,例如,如何利用机器学习来达到情境模型的自我完善,以及如何分析主动对象在整个文本中的活动机制,如在给定的一个情境下,它的自主行为的产生以及对其它对象的影响,而受影响的对象又将如何反应,都是要进一步深入研究的课题。

(下转第15页)

(上接第40页)

了解到这三类结构存在的必要性和合理性。在表中,+代表数据并行语言中包含相应的扩展结构,代表数据并行语言中不包含相应的结构扩展。从表中我们可以看到,除 Vienna Fortran 不提供模板结构而由数组与其它数组直接对准之外,这四个数据并行语言都包含着这几类结构。

表1 数据并行语言及其扩展结构

数据并行语言	HPF	Fortran D	pC++	Vienna Fortran
虚拟处理机结构	+	+	+	+
模板结构	+	+	+	-
对准结构	+	+	+	+
BLOCK 和 CYCLIC 分布	+	+	+	+

#### 参考文献

[1]C. M. Pancake, Do Parallel Languages Respond to the Needs of Scientific Programmers?, IEEE Computer, 23 (12)1990

[2]C. M. Pancake, Software Support for Parallel Computing: Where Are We Headed?, CACM, 34(11)1991

[3]Ian Foster, Designing and Building Parallel Programs, <http://www.mcs.anl/dbpp/>

[4]G. C. Fox, What have we learnt from using real parallel machines to solve real problems?, Caltech report C<sup>3</sup> P-522, Dec. 1989

[5]B. Chapman et al., Vienna Fortran—A Fortran Language Extension for Distributed Memory Multiprocessors, ICASE Technical Report 91-72, 1991

[6]G. Fox et al., Fortran D Language Specification, NPAC Technical Report, Syracuse University, 1991

[7]HPFF, High Performance Fortran Language Specification, Version 1.0, May, 1993

[8]D. Gannon et al., User Guide for a Portable Parallel C++ Programming System, pC++, [http://www.extreme.indiana.edu/sage/pcxx\\_ug/pcxx\\_ug.html](http://www.extreme.indiana.edu/sage/pcxx_ug/pcxx_ug.html)

[9]S. Hiranandani et al., Evaluation of Compiler Optimizations for Fortran D on Distributed-Memory Machines, In the Proc. of the 6th ACM Intl. Conf. on Supercomputing, July 1992