

汉语句子理解中语义分析 与句法分析的关系^{*1)}

彭聃龄 刘松林

北京师范大学心理系, 100875

摘 要

两个实验研究了中文句子理解中句法分析与语义分析的关系。实验1采用被试者自控阅读速度的方法,要求被试者对每个句子(合理句或不合理句)进行语法判断。结果表明,在歧义词(AW)和解歧词(DAW)上,合理句与不合理句的错误率存在显著差异,而反应时差异不显著。实验2研究了语境对句子理解的作用。结果表明,在有语境和无语境条件下,两类句子在歧义词和解歧词上的反应时,均有明显的差异。这些结果支持了句子理解中句法与语义加工的弱相互作用模型。

关键词: 句法分析, 语义分析, 被试者自控阅读速度, 弱相互作用模型。

心理学关于句子理解的早期研究主要集中在句法分析过程。在乔姆斯基的转换生成句法理论的影响下,许多研究探讨了句法分析中转换的作用,提出了复杂性派生理论(Miller, Mckeam, Slobin 1962)。到了七十年代中期,越来越多的研究者认识到,复杂性派生理论不足以解释各种实验的结果,而原来似乎支持这一理论的大多数实验结果不能排除语义因素的作用,很多结果用语义因素来解释显得更加自然。由于这一认识,研究的重点转向语义和语用因素在句子理解中的作用,尤其是语义分析和句法分析的关系。

所有的研究者都承认句法分析的最终结果要受到语义因素的影响,同时语义的作用表现在对每个短语甚至每个词的分析上,而不是在确定整个句子的结构之后才进行。但是,对于语义分析如何影响句法分析的问题,研究者仍然存在着很大的分歧,从七十年代到现在这种争论一直没有平息。归纳起来,有两种对立的理论观点。一些研究者认为,句法分析过程是“自主”的,它基于某些内在的原则进行,语义和语境的作用只是发生在最初的结构建立之后,它提供这种结构在语义上是否合理的信息。这种理论被称为“句法自主”理论。另一些研究者则认为句法分析不是自主进行的,语义分析和句法分析之间存在着相互作用。这种理论称为相互作用理论。根据语义和句法分析的相互作用的方式,这一理论又可分为“强相互作用”理论和“弱相互作用”理论。前者认为,语义信息直接引导句法分析,存在两种以上可能的分析时,语义和上下文决定着句法分析只能得出其中的一种结

1) 本文于1992年7月18日收到。

* 本研究得到科学院认知科学开放实验室的资助。

果。这种相互作用的方式计算起来极为复杂,甚至无法进行,所以多数研究者不赞成这种理论。弱相互作用理论认为,存在两种以上可能的分析时,句法分析模块同时给出各种结构分析,而语义信息的作用是在多种结构中即时地选择一种语义合理的结构。

为了解决这一理论争论,研究者进行了大量的实验研究。Rayner 等人(Rayner, Carlson 和 Frazier, 1983) 在他们的实验中发现,语义的限制在句法分析的第一阶段是不起作用的,因而支持了句法自主理论^[1]。而 Crain 和 Steedman(1985)的实验发现语义对句法分析有影响,因而支持了相互作用理论^[2]。另外 Tyler 等人(Tyler 和 Marslen-Wilson, 1977)的研究也支持了语义对句法分析有即时的影响^[3]。Crain 等人的实验虽然说明了语义在句法分析中起作用,但他们采用的实验方法不能直接揭示对句子中的各个单词的加工情况,因而结论不能令人十分信服。

本文拟以汉语句子为材料,考察语义因素对句法分析的影响。为了揭示对句子中各个单词加工的情况,本研究采用了被试自控阅读速度(Subject self-paced reading)的方法,实验一采用句法判断作业,实验二采用阅读理解并回答提问的作业。

实 验 一

一、方法

1. 被试: 28 名北京师范大学 90 级本科生,随机分为两组,每组 14 人。

2. 实验材料: 两组成对的实验句,每组由 10 个中文句子构成。每一对句子,除主语不同之外,其它词完全相同,如句(1)和句(2):

(1) 董事长解雇了李经理十分信任的一个工人。

(2) 车间主任解雇了李经理十分信任的一个工人。

每个实验句都包含暂时的结构歧义。在第一个动词之后的名词既可解释为直接宾语,也可解释为宾语的修饰成分,这个名词称为结构歧义词,如句(1)和句(2)中的“李经理”;歧义词之后是解歧词,它能消除歧义,如句(1)和句(2)中的“十分”。在第一组实验句中,句子的主语使得将歧义词作为宾语在意义上是合理的,如“董事长解雇了李经理”在语义上是合理的,我们将第一组实验句称为合理句。在第二组实验句中句子的主语使得将歧义词作为宾语在意义上不合理,如“车间主任解雇了李经理”称为不合理句。所有的实验句的句型都和句(1)和句(2)的句型相同。

在两组实验句中掺入 50 个相同的干扰句,每两个实验句之间至少有 3 个干扰句。干扰句的句型有多种,并且有一半为长句,一半为短句。加入干扰句是为了避免被试熟悉实验句的固定句型。由于是句法判断作业,所以 50 个干扰句中有 20 个句子含有语法错误。语法错误包括词序错误、句子成分缺失、词性错误、多余成分等多种类型。语法错误一部分发生在句子中部,一部分发生在句子尾部。这样设计是为了避免被试在进行语法判断时采用某种固定的策略。

3. 实验程序: 一组被试阅读包含合理句的 60 个句子,另一组被试阅读包含不合理句的 60 个句子。阅读采用被试自控阅读速度的方法,实验在东海 286 型微型计算机上进行。句子在显示器屏幕上呈现,被试每按一次 L 键,就会出现一个单词。句子从左到右呈现,每个单词出现后仍保留在屏幕上。若被试按 A 键,或句子最后一个单词出现超过 300

ms, 计算机进行清屏, 句子从屏幕上消失。要求被试对每个句子进行语法判断, 指导语如下: “请在屏幕上阅读中文句子, 阅读是由你自己控制的。你每按一次 L 键, 就会出现一个单词。要求你在每次按 L 键看到一个新的单词时判断句子到此为止是否在语法上仍然正确, 是否出现了语法错误。如果发现语法错误则按 A 键, 打断句子呈现; 如果认为没有语法错误, 则继续按 L 键, 看下一个单词。请按你的正常阅读速度阅读”。

微机自动记录被试在每个句子中对每个单词所按的键和对每个词的判断时间, 判断时间就是反应时。

二、结果与讨论

这里我们只关心被试对歧义词和解歧词的反应情况。表 1 列出了两组被试在歧义词和解歧词上句法判断的错误率和反应时。

表 1 歧义词与解歧词的语法判断错误率和反应时

	歧 义 词		解 歧 词	
	ER(%)	RT(ms)	ER(%)	RT(ms)
合 理 句	2.3	1292	16.2	1365
不 合 理 句	12.7	1400	6.4	1105

从表 1 看到, 在歧义词上, 合理句的错误率低于不合理句, 差异显著 ($t = -2.94, P < .01$), 而反应时差异不显著 ($t = -0.78, P > .05$); 在解歧词上, 合理句的错误率高于不合理句, 差异显著 ($t = 2.41, P < .05$); 合理句的反应时也高于不合理句 ($t = 2.11, P < .05$), 差异也显著。

根据句法自主理论, 不论是在合理句还是在不合理句中, 被试都会对歧义词作同样的分析, 即把它当作第一个动词的直接宾语, 合理句和不合理句的主语所提供的不同的语义信息不起作用, 只有在读到解歧词时才发现和原来的分析不匹配, 这样不合理句和合理句一样都需要更改原来的分析。因此, 不论是在歧义词上还是在解歧词上, 合理句与不合理句的反应时和语法判断错误率都应当没有差别。这种预测与我们的实验结果是矛盾的。

按照弱相互作用的观点, 被试读到歧义词时, 句法分析模块同时给出两种分析, 一种将其作为主要动词的宾语, 一种将其作为宾语的修饰成份。由于主语提供的语义信息的作用, 对合理句选择前一种分析, 对不合理句选择后一种分析。这样, 在歧义词上, 合理句和不合理句的语法判断错误率和反应时都应当没有差别。但在合理句中, 由于被试对歧义词的最初分析是错误的, 以后读到解歧词时需要更正, 所以在解歧词上合理句的反应时和错误率应该比不合理句高。实验一的结果和这一预测基本吻合, 只是在歧义词上不合理句的错误率高于合理句。

由以上分析我们看到, 实验一的结果基本上支持了弱相互作用理论, 即句法分析子系统给出了所有可能的分析, 而语义信息使得在各种分析中作出即时的选择。但弱相互作用理论不能完全解释实验一的结果, 即为什么在歧义词上两类句子的错误率有显著差异, 对此我们有必要在理论上做进一步的分析。

我们知道,不同句型结构的使用频率是不同的,一些结构比另一些结构的使用频率高(Taylor and Taylor 1983, Goldman-Eisler and Cohen 1970)^[4]。这样,我们可以假定,由句法分析模块同时给出的各个分析在权重上可能不同,结构的使用频率高,其权重也大。如果一种分析的权重较大,即使它和语义信息矛盾,结果也可能被选中。在本实验材料中,歧义词作宾语比作宾语的修饰成分使用频率高,在分析中的权重较大,因而前者被选中的可能性较大。在不合理句中,从语义上看,把歧义词当成宾语是不合理的,但由于其权重大,和语义信息竞争,因而有时也可能被选中。此时被试发现语义错误,却误以为是句法错误,结果导致在不合理句中对歧义词的判断错误率较高。弱相互作用理论没有区分同时给出的各种分析的权重,因而不能解释为什么在不合理句中对歧义词的句法判断的错误率高于合理句。这里我们引入了分析权重的概念,考虑到分析权重与语义信息的相互竞争,对弱相互作用理论作了一点补充。

实验一采用逐词语法判断作业,这有利于直接研究句法分析的过程。但这种作业与人的正常阅读差别较大,由此得出的结论还需用其他方法进行验证。为此,我们进行了实验二。实验二仍采用被试自控阅读速度的实验方法,但被试的作业改为逐词阅读并回答提问。除进一步考察语义分析和句法分析的关系外,实验二还探讨了语境对句法分析的影响。

实 验 二

一、方法

1. 被试: 48名北京师范大学90级本科生,随机分为4组,每组12人。

2. 实验材料: 本实验为 2×2 的被试间设计。实验材料分4组,每组10个中文句子。其中两组句子和实验一中的两组实验句相同,它们构成无语境条件下的语义合理句和语义不合理句;另两组句子是复合句,分别由前两组实验句加上语境句构成,一组为有语境条件下的合理句,如句(3),另一组为有语境条件下的不合理句,如句(4)。

(3) 不称职的工人可以被解雇,董事长解雇了李经理十分信任的一个工人。

(4) 不称职的工人可以被解雇,车间主任解雇了李经理十分信任的一个工人。

每组实验句均掺入40个干扰句,每两个实验句之间至少间隔三个干扰句。前两组实验句的干扰句为单句,后两组实验句的干扰句为复合句,由两个子句构成。干扰句的句型不同,长短也各不相同。各个句子都有一个检查句,其意义或是和原句相符合,或是不符合。例如句(1)、(2)、(3)、(4)的检查句皆为: 一个工人被解雇了。

它和原句意义相符合。加入检查句是为了保证被试在阅读原句子时确实理解了原句的意义。

3. 实验程序: 要求被试阅读并理解句子,阅读采用被试自控阅读速度的方法(同实验一),按L键呈现单词。指示被试按正常速度阅读。每读完一个句子后屏幕上自动呈现一个检查句,要求被试判断它和原句在意义上是否一致。如果一致则按L键,不一致则按A键。计算机自动记录被试阅读每个单词的时间(即反应时)以及对检查句的判断。

二、结果与讨论

这里我们只关心被试在歧义词和解歧词上的反应时。表2给出了在各种实验条件下

对歧义词和解歧词的平均反应时。图1和图2分别为歧义词和解歧词反应时的图形表示。

表2 歧义词与解歧词的反应时(毫秒)

语境	歧 义 词		解 歧 词	
	语义合理	语义不合理	语义合理	语义不合理
无	775	611	717	523
有	672	637	631	560

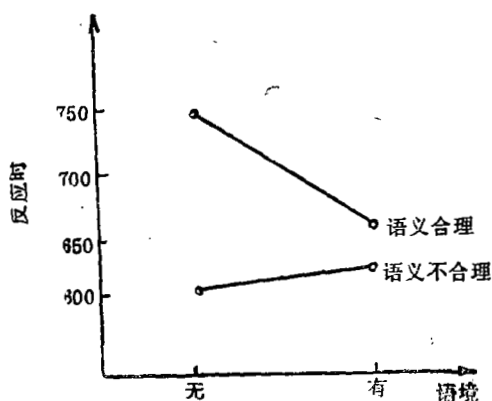


图1 歧义词反应时

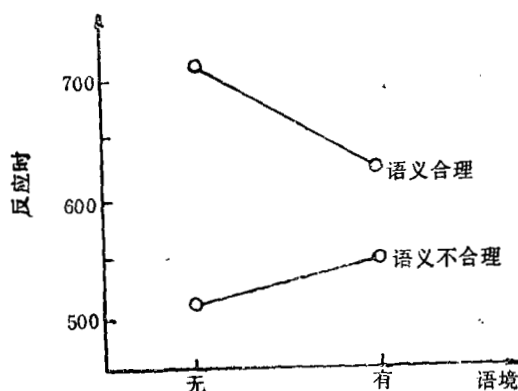


图2 解歧词反应时

方差分析表明,在歧义词上,合理句的反应时高于不合理句,语义因素的作用显著, $F(1,44) = 4.927, P < .05$ 。这一结果与实验一的结果不一致。语境的作用不显著, $F(1,44) = .486, P > .05$,语境和语义的交互作用也不显著, $F(1,44) = 1.807, P > .05$ 。在解歧词上,合理句的反应时也高于不合理句,语义的作用非常显著, $F(1,44) = 7.698, P < .01$,这一结果与实验一结果是一致的。而语境作用不显著, $F(1,44) = 0.263, P > .05$,交互作用效果也不显著, $F(1,44) = 1.629, P > .05$ 。

按弱相互作用理论,在合理句中被试读到歧义词时会将其解释为宾语,这样完成了一个句子,因而需要对句子进行整合,而在不合理句中,句子未完成,整合没有进行,因而在合理句的歧义词上可能有一个较长时间的停顿。实验结果表明,在歧义词上合理句比不合理句的反应时长,是与这一理论吻合的。在实验一中,合理句和不合理句在歧义词上的反应时无差异,这是因为作业的不同。实验一的作业是语法判断,不需要进行句子的语义整合,因而在歧义词上两类句子没有差别。另外,根据弱相互作用理论,由于被试对合理句中的歧义词作了错误的分析,在解歧词上需要更改原来的分析,因而在解歧词上的反应时较长,这与实验结果也是一致的。由此可见,本实验进一步支持了弱相互作用理论。

如果语境句对句法分析起作用,那么语境在合理句中应当引导被试得出正确的分析,使被试在歧义词和解歧词上的反应时缩短;另外,由于语义信息本身提供了正确的选择,语境句不应在不合理句产生影响。由此可见,语境的作用应当表现为语境和语义之间的交互作用,但实验发现两者的交互作用不显著。这似乎表明语境对句法分析不起作用,但仔细分析实验结果可以看到,不论是在歧义词还是在解歧词上,语境和语义都存在交互作

I do not really agree with this explanation; it sounds very post-hoc. If合理 had been faster than不合理 they could have explained it away by saying that the semantic problem temporarily slows you down; but since it's slower, they instead explain it by saying it's about sentence-final wrap-up. I don't think this was predicted beforehand, so it's a bit questionable. But maybe it has been replicated in more recent experiments.

用的倾向。如在歧义词上,合理句有无语境的反应时相差 83ms,而不合理句只差 28ms(见表 2),从图 1 上也可以看出语境和语义有交互作用的倾向。在解歧词上也有类似的结果。可见,仅仅根据本实验中交互作用不显著即认为语境对句法分析不起作用是不慎重的,对语境的作用需进一步开展研究。如果加强语境的提示作用,则语境的作用可能会显示出来。

总的讨论

我们以中文句子为材料考察了语义分析和句法分析的关系,在我们的实验中,暂时的结构歧义是由名词引起的,而在国外的研究中结构歧义往往由动词引起。我们选择这种句子主要是考虑到中文的一些特点,如中文的动词没有形态变化,中文句子具有左修饰的特点,这与英文是不同的。另外,国外的研究者在语义分析和句法分析上虽进行了大量的研究,但结果往往相互矛盾,因此有必要结合我们的实验对问题作一全面的分析。

Frazier 等人认为,句法分析最初是自主进行的,不受语义的影响。句法分析遵循最简附着原则(Minimal Attachment Principle)。当一个结点(单词或短语)存在多种可能的分析时,人们倾向于在这一结点和已建构的部分短语表示(Partial phrase marker)中间插入最少的结点。如在句(5)中:

(5) The horse raced past the barn fell.

被试倾向于将 raced 当作主句的动词,而不是当作简缩的(reduced)定语从句的动词。Frazier 等人认为,这是由于句法分析遵循着最简附着原则。(见 Frazier, 1978; Frazier 和 Rayner, 1982; Frazier, 1987)。Frazier 等人进行的一系列实验支持了句法自主理论。

但是句法自主理论不能解释我们实验的结果。按最简附着原则,实验句中的歧义词都应解释为宾语,这样在合理句和不合理句中被试对歧义词和解歧词的分析应当没有差别,这一预测和我们两个实验的结果矛盾。我们的实验结果支持了 Crain 等人提出的弱相互作用理论。Crain 等人认为,被试对一些句子的分析之所以表现出服从最简附着原则,是因为所谓的中性语境实际上并非中性,如在句(5)中,由于没有语境提示存在一群马,因而倾向于将 raced 作为主要动词而不是宾语从句的动词(见 Crain 和 Steedman, 1985; Altman 和 Steedman, 1988)。Crain 和 Steedman 1985 年的实验表明,语义信息和语境都影响被试对句子的语法是否正确做判断。Crain 等人的实验采用的是 RSVP 方法,测量的是语义和语境对句法分析最终结果的作用,而我们的实验采用被试自控阅读速度法,发现语义不仅对句法分析的最终结果有影响,而且能即时地影响到对歧义部分的分析。

某些研究者认为 RSVP 方法不适合于研究句子理解过程,如 Clifton 等人(见 Clifton 和 Ferreira, 1989)。Ferreira 和 Clifton(1986)用眼动记录的方法,记录了被试在歧义部分的眼动情况,结果发现,语义和语境的限制并没有改变眼动的模式^[6]。由此,他们对弱相互作用理论提出了质疑。但在另一项研究中,Trueswell 等人(1989)使用了更强的语义限制和眼动记录方法,却得到了支持弱相互作用的结果。另外,Stowe 和 Cupples(1989)用被试自控阅读速度的方法进行实验,得出了和我们实验类似的结果。

由以上研究可以看到,语义分析是否起作用依赖于一系列的条件,如作业的性质、语

义限制的强度等。在实验一中,我们假设在语义信息和与之矛盾的权重较大的句法结构分析之间存在着竞争。利用这一假设,我们可以解释为什么在 Rayner 等人(1983)和 Ferreira 等人(1986)的实验中并没有发现语义信息的作用。在他们的实验材料中,导致错误的结构分析的权重较大,而导致正确分析的语义信息较弱,两者竞争的结果是前者占了优势,因而表现出服从最简附着原则。

综上所述,我们可以得出以下结论:语义信息对句法分析过程的作用是即时的,对每个子句、短语直至每个词的分析都受到语义限制的影响。句法分析子系统对每个词的分析都同时给出所有可能的结构,但各种结构的权重可能不同。语义的作用是在各种结构中选择一个与之匹配的最佳结构,而这种选择可能受权重大的结构的干扰。语境也可能对句法分析过程有影响,但这需要做进一步的研究。

参 考 文 献

- [1] Rayner, K., Carlson, M., & Frazier, L. The interaction of syntax and semantics during sentence processing. *Journal of verbal learning and verbal behavior*, 1983, 22, 358—374.
- [2] Crain, S. & Steedman, M. J. On not being led up the garden path: The use of context by the psychological parser. In D. Dowty, L. Karttunen, & A. Zwicky (Eds), *Natural Language Parsing*. Cambridge University Press, 1985.
- [3] Tyler, L. K., & Marslen-Wilson, W. D. The on-line effect of semantic context on syntactic processing. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 1977, 16, 683—692.
- [4] Taylor, I., & Taylor, M. M. *Psycholinguistics—Learning and using language*. Prentice-Hall International Editions, 1990.
- [5] Ferreira, F. & Clifton, C. The independence of syntactic processing. *Journal of Memory and Language*. 1986, 25, 348—368.
- [6] Clifton, C. & Ferreira, F. Ambiguity in context. *Language and cognitive processes*. 1989, 4, 77—103.

SYNTACTIC AND SEMANTIC ANALYSIS IN CHINESE SENTENCE COMPREHENSION

Peng Danling Liu Songlin

Beijing Normal University

Abstract

Two experiments investigated the relationship between syntactic and semantic analysis in Chinese sentence comprehension. In experiment 1, the subject's self-paced reading paradigm was used and the subjects were asked to make grammar-decision of each sentence, either plausible or implausible. The results showed that the ER difference between plausible and implausible sentences both for ambiguous words (AW) and disambiguous words (DAW) were significant. But only the RT difference was significant for DAW. In experiment 2, the effect of context on sentence comprehension was studied. The results showed that the RT difference between two kinds of sentences under the conditions with or without context both for AW and DAW were significant. These results support the weak interaction model of syntactic and semantic processing in sentence comprehension.

Key words, Syntactic analysis, Semantic analysis, Subject's self-paced reading, weak interaction model