

问题表征过程的一项研究¹⁾*

傅小兰

何海东

(国家智能计算机研究开发中心

(中国科学院心理研究所 100012)

中国科学院心理研究所 100012)

摘 要

问题表征是解决问题时理解问题的方式。本研究选用智力数学题为实验作业,通过详细分析34名大学生被试的问题表征环节及他们问题解决的结果,探讨问题表征中的信息加工过程及其对问题解决结果的影响。实验结果表明:(1)正确的问题表征是解决问题的必要前提,在错误的或者不完整的问题空间中进行搜索不可能求得问题的正确解。(2)问题表征是对问题信息的提取和理解的过程,问题规则在问题表征中起重要作用。(3)在问题表征过程中,导致建构出错误的或者不完整的问题空间的因素包括:信息遗漏(未能将问题的有关信息全部提取出来),信息误解(对某些问题信息做了错误的分析和理解),隐喻干扰(问题信息中潜在的歧义性使被试困惑或误导被试的解题思路)等。

关键词 问题表征,问题规则,信息遗漏,信息误解,隐喻干扰。

1 问题的提出

表征是问题解决的一个中心环节。如果一个问题得到了正确的表征,可以说它已解决了一半^[1]。有时按常规方式表征的问题难以求解,但若换一个角度来表征同一个问题,问题就迎刃而解了^[2]。Wertheimer^[3]指出,问题解决的典型特征即在于生成合理的问题表征,即问题被恰当地组织起来;一个适宜的表征应该满足三个条件:(1)表征与问题的真实结构相对应;(2)表征中的各个问题成分被适当的结合在一起;(3)表征结合了问题解决者的其它知识。对同一个问题可以有两种或两种以上同型的表征方式,它们被称为问题同型(problem isomorphs)。尽管这些表征方式都是正确的,但利用不同的表征方式解题时,对解题者的要求是不同的。它们要求不同的计算能力和不同的短时记忆容量,所需的解题时间也不同。Kotovsky, Hayes 和 Simon^[4]研究了问题同型的不同特点,对导致问题难度差异的原因做了系统的分析,其实验结果表明,问题难度上的差异并不能从问题结构上加以解释,被试在想象、构造或考虑问题的方式上的不同才是决定问题难度的关键。Kaplan 和 Simon^[5]的研究结果表明,问题解决过程中的顿悟现象的出现是由于被试找到了适宜的问题表征方式,而被试只有获得指引搜索和使搜索高度有效的强约束条件才能发现适宜的表征;问题本身的特征和相关领域的知识是强约束条件的主要来源,它们能引导被试生成特殊有效的问题表征。

表征在解决问题过程中的重要作用被越来越多的心理学家所认识,问题表征已成为

1) 本文于1994年5月3日收到,修改稿于1994年9月20日收到。

* 本研究得到国家自然科学基金委员会的资助。

新的研究热点。但迄今为止,有关问题表征的研究仍局限于谜题型问题和问题同型,侧重于表征的形式和内容的分析,强调表征在决定问题解决难易程度方面的作用^[1-7]。本文使用智力数学题,研究问题表征中的信息加工过程,分析影响问题表征的因素,并进一步说明问题表征在问题解决过程中的决定性作用。

2 实验方法

2.1 被试

34 名北京农业工程大学的大学生,其中男 22 名,女 12 名。

2.2 材料

实验作业是一道智力丛书上的应用题(参见附录)。选用这一问题是因为这一类问题表述方式的独特性:例如初始条件并不都是显而易见或者有干扰作用,问题解决要求被试有一定的背景知识等等。此外,本问题条件约束还存在的一些问题,如 2 月应该看作平月还是小月。这些方面将影响被试对问题的解决,据此可揭示问题解决过程环节的一些特点。

问题的初始约束条件及其隐含条件包括:

条件 1: 过去的日记——日记中记载的那一天是在 1993 年以前。

条件 2: 那一天是某年某月的最后一天。

条件 3: 那一天在当年是独一无二的——解是唯一的。

条件 4: 关掉收音机——苏珊与其丈夫的对话发生在有收音机的年代,即 1912 年以后。

条件 5: 那个月份最后一天以前的日数与那一年其余月份中大月超过小月的数值之和,即是初次相见以后那个月份的天数。

条件 6: 那天的日期等于那一年年代数的前两位数字与后两位数字之和。

该问题的目的是求解日记中记载的苏珊与其丈夫初次相遇那天的年月日。

本问题的求解可分为以下两个步骤:

第一步求出月份。已知一年中大月有 1, 3, 5, 7, 8, 10 和 12 共 7 个月;小月有 4, 6, 9 和 11 月;2 月可依次视为小月和平月来求解。设一年中大月数为 M , 小月数为 N , 所求月的天数为 X , 所求月以后那月的天数为 Y 。(1) 2 月视为小月, 那么 $M = 7$, $N = 5$ 。①设所求月是非闰年的 2 月(根据条件 2, $X = 28$), 根据条件 5, $Y = (X - 1) + [M - (N - 1)] = 30$, 而 3 月有 31 天, 不吻合;②设所求月是闰年的 2 月($X = 29$), 则 $Y = (X - 1) + [M - (N - 1)] = 31$, 3 月是 31 天, 相吻合;③设所求月是其它小月($X = 30$), 则 $Y = (X - 1) + [M - (N - 1)] = 32$, 无 32 天的月份;④设所求月是大月($X = 31$), 则 $Y = (X - 1) + [(M - 1) - N] = 31$, 即所求月后的那个月也为大月(31 天), 那么所求月只能是 7 月;(2) 2 月视为平月, 那么 $M = 7$, $N = 4$;①设所求月是非闰年的 2 月($X = 28$), 则 $Y = (X - 1) + (M - N) = 30$, 而 3 月有 31 天, 不吻合;②设所求月是闰年的 2 月($X = 29$), 则 $Y = (X - 1) + (M - N) = 31$, 3 月是 31 天, 相吻合;③设所求月是其它小月($X = 30$), 则 $Y = (X - 1) + [M - (N - 1)] = 33$, 无 33 天的月份;④设所求月是大月($X = 31$), 则 $Y = (X - 1) + [(M - 1) - N] = 32$, 无 32 天的月份。这样,从第一步我们得出了两个结果,即 7 月 31 日或闰年

的2月29日。

第二步求出年代。(1)设那天是7月31日,同时满足条件1、4和6的年代只有1912年。(2)设那天是闰年的2月29日,同时满足条件1、4和6的年代只有1910年,但1910年并不是闰年,其2月只有28天。

因此,问题的正确解为1912年7月31日。

2.3 方法

问题以书面方式呈现给被试。要求被试以书写方式逐项回答与该智力数学题及其解决过程有关的一系列问题(参见附录),据此了解被试回答问题时的信息。

3 实验结果

表1列出了34名被试的答案以及答案满足问题约束条件的情况。所给答案中包括正确答案(1912年7月31日)的被试共6人;有1人的答案是12月31日,因为第二年的1月也是31天,所以1912年12月31日也可视为正确答案;没有一人的答案完全满足6个初始约束条件。那几个包含正确答案的被试因为违反了条件4,导致了年代的多解。最引人注目的是,答案为2月的被试共有24人,其中认为答案为闰年2月29日的被试有16人之多。我们已知,如果将2月看着平月,2月29日能满足条件2、3和5,但它派生出的条件(年代为闰年)与条件6却无法同时满足。本研究中有9个被试明确指出2月为平月,其答案均为2月29日。

表1 34名被试的答案和答案满足约束条件的情况

被 试 答 案 月 日	年 代	初 始 约 束 条 件						派 生 条 件 闰 年	人 数
		1	2	3	4	5	6		
7月31日	1912, 1813...	✓	✓	✓	×	✓	✓	—	4
12月31日	1912, 1813...	✓	✓	✓	×	✓	✓	—	1
7月31日和 2月29日	1912/7/31, 1714/2/29 无年代	✓	✓	✓	×	✓*	×**	×	1
2月28日	1909	✓	✓	✓	✓	×	✓	—	2
2月29日	1910	✓	✓	✓	✓	✓*	✓	×	2
	1912	✓	✓	✓	✓	✓*	×	✓	1
	1984	✓	✓	✓	✓	✓*	×	✓	2
	1712, 1316	✓	✓	✓	×	✓*	✓	✓	4
	2108	×	✓	✓	✓	✓*	✓	✓	3
2月29或28日	1712/2/29, 1909/2/28	✓	✓	✓	×	✓*	✓	✓	1
	19??	✓	✓	✓	✓	✓*	×	×	1
	无年代	×	✓	✓	×	✓*	×	×	2
2月最后几天	无年代	×	×	×	×	×	×	—	4
4月30日	1812	✓	✓	×	×	×	✓	—	2
6月30日	1911	✓	✓	×	✓	×	✓	—	1
大月31日	无年代	×	✓	×	×	×	×	—	2

* 2月29日只是将2月看作平月时才满足条件5。实验中有9人明确指出2月为平月,他们的答案均为2月29日。

** $19 + 12 = 31$, 但 $17 + 14 \neq 29$ 。

表2列出了34名被试对问题6个约束条件的说明情况。34名被试都明确说明了条

件 3、5 和 6，其中只有一个被试将条件 5 错误地说成“其余月份大月数超过小月数为 1”。34 名被试中有 23 人没有提到条件 2，但 23 人中只有 4 人的答案（“2 月的最后几天”）不满足条件 2，其他被试的答案都遵循了条件 2。34 人中只有 6 名男被试明确提到了收音机对答案的限制。尽管没有 1 人明确提到条件 1，但除了 3 名被试为满足条件 4（有收音机的年代）和派生条件（闰年）而选择了 2108 年外，其余被试的答案仍满足了条件 1。

表 2 34 名被试对问题 6 个约束条件的说明情况

被试	条件 1	条件 2	条件 3	条件 4	条件 5	条件 6
人数	0	11	34	6	33	34
占总人数的百分数(%)	0	32	100	18	97	100

4 讨论

我们要解决问题，首先必须理解问题，即将任务领域转化为问题空间，实现对问题的表征。本研究选用智力数学题为实验作业，研究问题表征中的信息加工过程。实验结果表明，没有一个被试对所给智力数学题做出完满的解决，其根本原因就在于他们对问题信息的加工都有某种程度上的失误。图 1 为被试建立问题空间，解决问题的一般过程的示意图，我们将从问题信息的搜索和提取、理解和内化以及问题的约束条件三方面来加以说明。

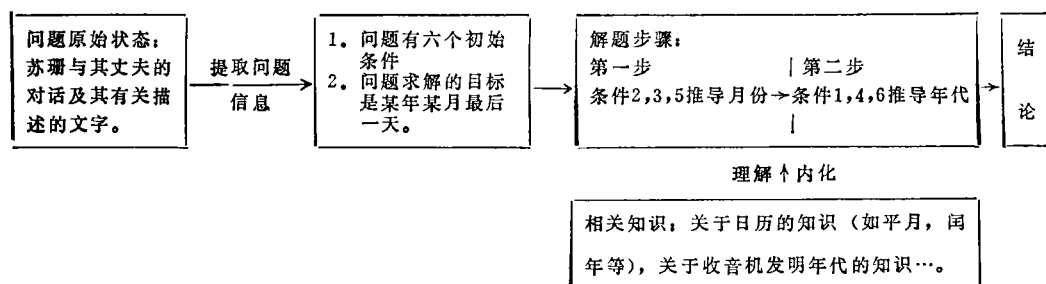


图 1 被试对问题进行表征，建立问题空间，解决问题的一般过程

4.1 问题信息的搜索和提取

在问题表征过程中，如果我们搜索问题信息时遗漏了某些信息，那么我们构建的问题空间就不完整，将无法求得问题的正确解。我们利用先期知识，包括有关任务领域的特殊的知识，有选择地注意问题的语言表述中的一部分信息，因此，对于某些信息有时会视而不见。虽然对大多数问题而言，砍掉无关的细节而将我们的注意力集中在对问题求解极为关键的那些问题信息上是十分必要的，但是，有时正是那些表面上无用的或与问题无关的知识能引导我们生成适宜的问题空间。例如在本研究中，“收音机”这条信息就较隐蔽，它只是作为背景在问题的语言表述中出现，但它对限制答案的年代范围有重要的作用。“关掉收音机”意味着对话当时已经发明并普及了收音机，而最早的实用型收音机于 1912 年才问世。我们在确定年代时必须考虑这个约束条件以及人的一般寿命。34 名被试中只有 5 人注意到收音机这条信息（约束条件 4），其他人显然都遗漏了，从而导致了其答案中

的年代多解。因此,建立问题表征,需要认真地搜索问题领域,从问题陈述中和从长时记忆中提取出全部有关信息。

4.2 问题信息的理解和内化

不仅要仔细地搜索和提取问题信息,而且还要善于正确地理解和利用它们。如果我们对问题的语言表述产生误解,就不能建立正确的问题空间,从而无法求得问题的正确解。例如,“那天在当年是独一无二的”(条件3)就使许多被试产生了错误的联想,对问题答案有了先入为主的推断。34名被试中明确指出联想到闰年2月的有21人(占62%),而在答案中包括2月的被试也有24人之多。显然,2月是较特殊的月份,而闰年2月29日更为特殊,四年中才有一次,恰好它又满足问题的大部分约束条件,从而导致16人(47%)直接认定答案是闰年2月29日,而没有对几种可能情况进行逐一尝试。有1名被试在对12个月逐一分析得出7月31日和2月29日两个满足大部分约束条件的答案后,最终选择了2月29日而否定了7月31日,理由是“既然那一天在当年是独一无二的,那么这一天就应该是2月29日了”。

4.3 问题的约束条件

如果问题的语言表述未能提供清晰明确的约束条件,被试又未能明确意识到问题信息所具有的歧义性,那么被试对问题信息的理解就可能出现偏差,直接影响问题解决的成败和效率,我们称之为隐喻干扰。例如,将2月看作平月还是小月本是一个两可的问题,由于问题的语言表述中没有提供2月究竟该视作平月还是小月的任何信息,使被试对2月产生了歧义表征:34名被试中明确指出2月是小月的有9人;明确指出2月是平月的也有9人;其余人未明确说明。在本研究中,若把2月仅视为平月而不考虑它为小月的情况,将不可能求得问题的正确解(参见本文2.2)。将2月看作平月的被试无一例外地都把2月29日作为唯一的答案。实验中有1名被试得出的答案是12月31日,由于问题的语言表述中没有明确规定所讨论的月份是在同一年里,那么12月31日也是完全满足问题现有约束条件的。

问题规则(对算子的约束)可能是决定问题困难程度的主要因素之一。一个适宜的表征可以使问题解决者迅速有效地找到和使用最关键的算子,其前提即是获得指引在问题空间中搜索和使搜索高度有效的强约束条件,它们能引导被试生成特殊有效的问题表征。在本问题的求解过程中,条件2、5和6是强约束条件,我们依据这3条规则求得答案的具体值;条件1(“过去的日记”)和条件4(“收音机”)也是强约束条件,正是它们严格地限定了年代解的范围。但条件1和4都是形式不常见的或内容不熟悉的问题规则,易被忽视,而且它们在语言表述上的特点(与其它条件分离或作为背景在问题陈述中出现),也在很大程度上影响了被试对它们的理解和掌握。另外,根据问题的语言表述所提供的信息,从长时记忆中有效地搜索和提取相关领域的知识也是十分重要的。例如,仅仅注意到“收音机”这个信息是不够的,还需知道收音机发明和普及的年代。再如,解决该问题尚需年、闰年、月、闰月等相关领域的知识,它们都是问题所隐含的算子约束条件,在问题求解中起着重要作用。

在问题求解过程的中间状态也可能会派生出一些新的约束条件,将对问题的求解产生新的限制,此时就要求修正已经建立的问题表征。例如,若在本问题求解的第一步得出

的结果是闰年 2 月 29 日,那么在第二步求年代时就除了要满足初始约束条件 1、4 和 6 外,还要满足闰年这个新的约束条件。为了满足闰年这个派生条件,有 3 名被试违反了条件 1,答案为 2108 年;有 5 名被试违反了条件 4,选择了 1900 年以前的闰年;有 3 名被试则违反了条件 6,答案分别为 1912 年和 1984 年。另外,有 2 名被试在第二步求解时没有意识到闰年这个派生条件,答案为 1910 年 2 月 29 日,只满足了初始约束条件。

综上所述,问题空间是人对问题的内部表征,它不是作为现成的东西随着问题的语言表述而提供给我们的,我们要利用问题本身的特征和相关领域的知识主动地来构成它。为了正确地解决问题,问题解决者必须从问题的语言表述中充分有效地提取信息,再根据自己的经验和知识对信息进行分析和组织,发现问题的结构,构成自己的问题空间。对问题规则(约束条件)的理解和掌握在构建正确的问题空间的过程中起重要作用。问题表征过程中的任何环节出了偏差,都将导致建构出错误的或者不完整的问题空间,从而不可能求得问题的正确解。

5 结 论

1. 正确的问题表征是解决问题的必要前提,在错误的或者不完整的问题空间中进行搜索不可能求得问题的正确解。

2. 问题表征是对问题信息的搜索提取和理解内化的过程,问题规则(问题的约束条件)在问题表征中起重要作用。

3. 在问题表征过程中,导致建构出错误的或者不完整的问题空间的因素包括:(1)信息遗漏:未能将问题的有关信息全部提取出来;(2)信息误解:对某些问题信息做了错误的分析和理解;(3)隐喻干扰:问题信息中潜在的歧义性可能使被试困惑,或误导被试的问题解决思路等。

参 考 文 献

- 1 Simon H A 著,荆其诚,张厚粲译。人类的认知——思维的信息加工理论。北京:科学出版社,1986,112—123。
- 2 Simon H A. 认知科学的一些最新进展。心理学报,1991,23(2): 153—157。
- 3 Wertheimer M. A Gestalt perspective on computer simulations of cognitive processes. Computers in Human Behavior, 1985, (1): 19—33。
- 4 Kotovsk K, Hayes J R, Simon H A. Why are some problems hard? Evidence from Tower of Hanoi. Cognitive Psychology, 1985, (17): 248—294。
- 5 Kaplan C A, Simon H A. In search of insight. Cognitive Psychology, 1990, (22): 374—419。
- 6 Simon H A. The information processing explanation of Gestalt phenomena. Computers in Human Behavior, 1986, (2): 241—255。
- 7 Johnson-Laird P N, Byrne R M J, Schaeken W. Propositional reasoning by model. Psychological Review, 1992, (88): 418—438。

附录 智力数学应用题和要求被试回答的问题

苏珊正在翻弄一个小本子,查找着什么。“这是过去的日记,”她说。“我想看看某年某月最后的那一天都记了些什么,那是我们初次相遇的日子。”

“我认为那一天在当年是独一无二的”,萨姆关掉收音机对苏珊说,“如果你把那个月份最后一天以前的日数加到那一年其余月份中大月超过小月的数值上,你就可以得出我们初次相见以后那个月份的天数了。”

萨姆想了一会儿又说：“而且那天的日期等于那一年年代数的前两位数字与后两位数字之和。”

苏珊对她丈夫的难题是习以为常。不过，她日记中记载的那个日子到底是哪年哪月的几号呢？

现在请您按顺序回答下列问题：

- 1 该问题给出的已知条件有哪些？请详细说明。
- 2 该问题要解答的未知数有哪些？请详细说明。
- 3 如何解决该问题？请给出您能想到的所有解决办法，越多越好。
- 4 请列出解答该问题的方程式。
- 5 请用您认为合适的任何图画来表示该问题，必要时可加上注解。
- 6 您认为解答该问题的关键(或难点)是什么？如何解决它。
- 7 当您看到该问题时您立即联想到了什么？
- 8 您认为正确的解题思路是什么？
- 9 问题的答案是什么？
- 10 请您用您自己的话重述一遍该问题。

A STUDY ON THE PROCESS OF PROBLEM REPRESENTATION

Fu Xiaolan

*(National Research Center for Intelligent
Computing Systems Institute of Psychology,
Academia Sinica, Beijing 100012)*

He Haidong

*(Institute of Psychology, Academia
Sinica, Beijing 100012)*

Abstract

Problem representation is a means of understanding in solving problems. The experimental task of the current research involved an intellectual mathematics problem. By analyzing the results of 34 undergraduate students and the links in their problem representation, the process of problem representation and its effects on problem solving were investigated. The results showed that: (1) A correct problem representation is the prerequisite in problem solving, searching in wrong or incomplete problem space cannot reach the correct answer to the problem. (2) Problem representation is a process of abstracting and understanding the information contained in a problem, the problem rules are very important in problem representation. (3) In the process of problem representation, the factors leading to constructing a wrong or incomplete problem space include: information omitting (failing to abstract all the relative information from the problem), information misunderstanding (wrong analysis and misunderstanding of some problem information), metaphor interference (the latent ambiguity of some problem information makes the subjects feel puzzled or has misled their direction of solution).

Key words Problem representation, problem rules, information omitting, information misunderstanding, metaphor interference.