



中南大学

CENTRAL SOUTH UNIVERSITY

# 知识工程（论文）

Knowledge Engineering(THESIS)

题目：基于 CLIPS 的腰痛诊断专家系统

学生姓名：支博文

指导老师：肖晓明

学院：自动化学院

专业班级：智能 2002 班

本科生院制

2022 年 12 月

# 基于 CLIPS 的腰痛诊断专家系统

## 摘要

腰痛是现今社会的一大普遍疾病。许多人在其一生中都会罹患腰痛，尤其是当下发展的久坐越来越多的现代白领群体。由于不及时诊断，有些人甚至患上慢性腰痛，可能导致严重的残疾。腰痛的不及时诊断与直接或间接的高额度医疗费用以及患者的侥幸心理有关<sup>[1]</sup>。流行病学数据表明，腰痛不仅仅是急性或慢性的<sup>[2]</sup>，也会随着时间的推移而波动，经常复发或恶化。此外，腰痛经常是导致全身疼痛问题的诱因，而不局限于局部疼痛。尽管流行病学研究已确定了许多腰痛发作与个人心理、社会压力和职业风险因素等有一定的关系，但将各因素独立处理后的价值却通常较低。同时，现在也确定了一些可能增加慢性这种残疾风险的因素，但基本上没有任何一个因素具有独立强烈的影响。因此，尚不清楚对于腰痛，其初级和二级预防的最有效战略是什么。

总的说来，在腰痛诊断方面，多模式预防方法会比单一模式干预更能反映临床实际。基于此，本次研发的专家系统目的就在于通过基于规则的诊断和治疗，为腰痛诊断提供一个相对简化的工作辅助系统，辅助腰痛的治疗。通过提供一个腰痛诊断的专家系统，帮助医生减轻在腰痛诊断相关问题上的工作量。

**关键字：**专家系统 腰痛诊断 CLIPS 流行病学

## 目录

摘要.....	I
目录.....	II
1 引言.....	1
1.1 腰痛概述.....	1
1.2 专家系统.....	2
1.3 知识表示.....	2
1.3.1 什么是知识.....	2
1.3.2 什么是表示.....	3
1.3.3 什么是推理.....	3
2 腰痛诊断问题.....	5
3 腰痛诊断回答.....	6
3.1 椎间盘突出.....	6
3.2 椎体成形术骨折脊柱.....	7
3.3 肾结石.....	7
3.4 癌症.....	8
4 结论.....	9
参考文献.....	10
附录.....	11
A 专家系统 CLIPS 源代码 .....	11

## 第1章 引言

### 1.1 腰痛概述

感到背部酸痛非常常见，感到疼痛后通常会在几周或几个月内改善。在整个背部疼痛中，腰痛尤为常见，沿脊柱从颈部到臀部的任何部位均可感觉到<sup>[3]</sup>。大多数情况下，疼痛并不是由严重疾病引起，通常会随着时间的推移而好转。市面上也有许多自用缓解背痛腰疼的药膏等，但这种疼痛却往往会持续很长时间或者后续持续性复发。

腰痛的症状可以是温和的，也可以是严重的，甚至使人感到虚弱乏力。腰痛可能突然开始，也可能慢慢积累并随着时间的推移逐渐加重。

根据疼痛的**潜在原因**，可通过多种方式出现症状<sup>[4]</sup>：

- 始于腰部的隐隐或剧烈的疼痛
- 刺痛、灼痛，从下背部移动至大腿后部，有时进入小腿或足部<sup>①</sup>
- 下背部、骨盆和臀部的肌肉痉挛和紧绷
- 久坐或久站后恶化的疼痛
- 站立、行走或从站立到坐着的困难

此外，以下症状下背疼痛通常按**发病类型和持续时间**来描述：

- 急性腰痛。这类疼痛通常来势突然，持续数天或数周，被视为身体对损伤或组织损伤的正常反应。随着身体的愈合，疼痛逐渐减轻。
- 亚急性腰痛。持续 6 周至 3 个月，这类疼痛通常为机械性疼痛（如肌肉劳损或关节痛），但会持续较长时间。如果疼痛严重且限制了个人参与日常生活、睡眠和工作活动的的能力，需要及时全面体检并治疗。
- 慢性背痛。通常定义为持续 3 个月以上的腰痛，此类疼痛通常为重度，对初始治疗无反应，需要进行彻底的医学检查以确定疼痛的确切来源<sup>[5]</sup>。

---

<sup>①</sup>可包括麻木或刺痛（坐骨神经痛）

腰痛的分类方法有很多种，其中两种常见类型<sup>[6]</sup>包括：

- 机械性疼痛<sup>①</sup>。机械性疼痛 (轴向疼痛) 疼痛主要来自肌肉、韧带、关节 (小平面关节、骶髂关节) 或脊柱内和脊柱周围的骨骼。这种类型的疼痛往往局限于下背部、臀部，有时也见于腿部顶部。它通常受脊柱负荷的影响，并可能因运动 (向前/向后/扭转)、活动、站立、坐着或休息而感觉不同<sup>[7]</sup>。
- 神经根痛<sup>②</sup>。如果脊神经根受到撞击或发炎，就会发生这种类型的疼痛。神经根性疼痛可遵循神经根模式或皮肤点向下进入臀部和/或腿部。其具体感觉是尖锐、电、灼型疼痛，并可伴有麻木或无力。

## 1.2 专家系统

专家系统是一种计算机软件，设计期望能在特定的领域中表现得像一个人类专家<sup>[8]</sup>。专家系统通常用于在人类专家不在的情况下向非专家使用者提供建议，例如，雇佣人类专家的费用可能过于高昂，或者使用者位置偏僻不方便等。

专家系统一般由三部分组成，如图1-1所示。

- 知识库——事实和规则的集合，根据人类专家提供的信息创建。
- 推理机——相当于一个搜索引擎，检查知识库中与用户查询匹配的信息<sup>[9]</sup>。
- 用户界面——允许非专家用户查询 (询问) 专家系统并接收建议的系统。

## 1.3 知识表示

### 1.3.1 什么是知识

在说“张三知道……”时，我们会用一个简单的陈述句来填补空白，比如可以说，“张三知道  $1 + 1 = 2$ ”或者“张三知道李四偷了西瓜”。这其中隐含的知识就是像张三这样的知者和对应命题之间的关系<sup>[10]</sup>，即用简单的陈述句表达的想法，比如“张三知道李四偷了西瓜”。就其余客体而言，命题的重要之处在于它们是抽象的实体，可能是对的也可能是错的，在于不确定性。当我们说“张三知道某事件”时，我们也可以说“张三知道某事件是对的”，但不管怎样，说张三知道某事就是说张三已经形成了某种判断，而

<sup>①</sup>机械性疼痛是迄今为止引起腰痛最常见的原因

<sup>②</sup>神经根痛通常只在身体的一侧被感觉到

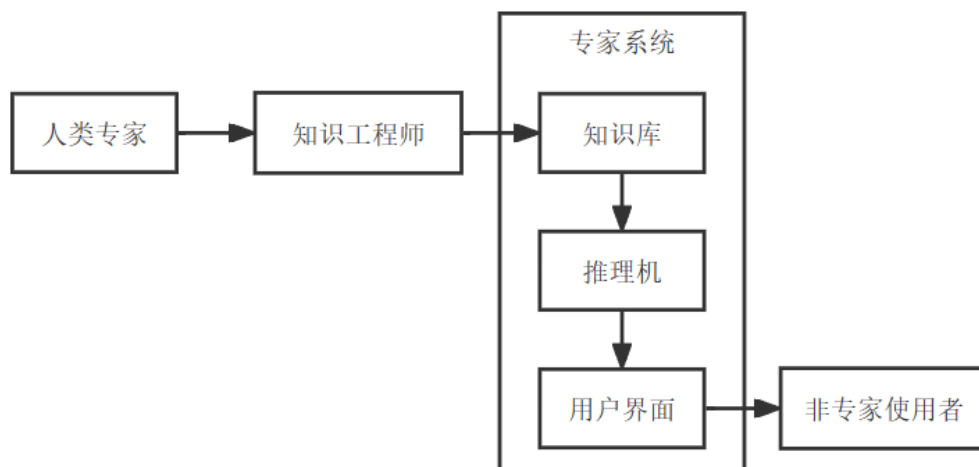


图 1-1 专家系统的组成

相对于其他客体这种判断不一定是完全一致的。于是在谈到这一判断时，可以用命题来对正负两种情况进行分类，便形成了知识。总体而言，知识是诞生于不确定性的<sup>[11]</sup>。

### 1.3.2 什么是表示

表示的概念和知识的概念一样抽象，粗略地说，表示可以是两个领域之间的关系，其中的一个领域的目的在于取代另一个领域。通常，前一个领域，即表示者，要比第二个领域的概念更具体、更直接或更容易访问。

从这一点出发，知识表示就是研究领域关系，涉及使用形式符号来表示某个工程师所相信的一组命题。然而，并不是所有被相信的命题都可以很好的被完整表达成形式符号的形式。往往在无限多的被相信的命题里，其中只有有限的几个能被表达出来。为弥合表达和相信之间的差距，推理起了很大的作用<sup>[12]</sup>。

### 1.3.3 什么是推理

一般而言，推理是对一个命题集合形式符号的操纵，以产生新命题的表示。通过推理，可以利用这样一个事实，形式符号往往比它们所代表的命题更容易理解<sup>①</sup>，以便我们可以操纵它们（移动、拆解、复制、合并等）以构建新命题的表示。

需要在人工智能系统中表示的知识类型<sup>[13]</sup>：

- 对象：现实世界中所有关于对象的事实。例如，吉他包含琴弦

---

<sup>①</sup>相较于命题，形式符号足够具体

- 事件：事件是发生在我们这个世界上的行为
- 表现：表现描述涉及如何做事的知识的行为
- 元知识：元知识是人类所知道的知识
- 事实：事实是关于现实世界的真相
- 知识库：基于知识的代理的核心组件是知识库

## 第2章 腰痛诊断问题

以下是在腰痛诊断系统中设置的 11 个问题<sup>①</sup>。

1. 您的疼痛是在跌倒、受伤或举起物体后开始的吗?
2. 您是否感到麻木、烧灼感或延至腿后侧的电痛?
3. 您是否超过 60 岁,有关节炎,并且您是否因任何运动而感到剧烈疼痛?
4. 您在扭动、弯曲甚至坐着时是否感到疼痛?
5. 您是否有过可能始于青少年时期的来来去去的疼痛?
6. 您是否发烧?
7. 您的尿液中是否有血液、单侧背痛以及排尿时出现灼热感?
8. 早上您的背部是否僵硬、疼痛,其他关节是否僵硬、疼痛、肿胀或发红?
9. 您怀孕了吗?
10. 疼痛是否集中在下脊柱,您的腿是否疼痛?走路时向前弯腰是否会让感觉更好?
11. 您是否因背痛而在晚上醒来?您是否无意中减重?

---

<sup>①</sup>病理特征参考 The epidemiology of low back pain<sup>[14]</sup>



## 第3章 腰痛诊断回答

以下是在腰痛诊断系统中根据诊断结果设置的回答<sup>①</sup>。

### 3.1 椎间盘突出

椎间盘突出是一种发生在脊柱(脊柱)的疼痛疾病。您的脊柱由 26 块称为椎骨的骨头组成。在每块椎骨之间是软椎间盘。这些椎间盘就像垫子一样，将脊柱的骨头固定在适当的位置。它们还能让您的脊柱移动，从而弯曲和伸展身体。

当椎间盘的一部分压在神经上时，会引起疼痛。通常，疼痛发生在您身体的一侧。疼痛位于何处取决于椎间盘突出的位置。

脊柱颈部的椎间盘滑脱会导致颈部和手臂疼痛。您可能会经历：

- 移动颈部时疼痛
- 肩胛骨附近疼痛
- 手臂和手指疼痛难忍
- 肩部、肘部、前臂或手指麻木

脊柱腰部的椎间盘突出会导致背部和腿部疼痛。通常称为坐骨神经痛。这是因为椎间盘推动坐骨神经，坐骨神经顺着你的腿延伸。症状包括：

- 腿部、髋部或臀部疼痛
- 这些区域麻木
- 小腿后侧或足底疼痛或麻木
- 一条腿无力

---

<sup>①</sup>病理特征参考 The epidemiology of low back pain<sup>[14]</sup>

### 3.2 椎体成形术骨折脊柱

椎体成形术是一种治疗脊柱压缩性骨折的门诊手术。在这些类型的骨折中，骨骼会塌陷和断裂。该手术会将水泥注射到骨骼中。这将骨骼固定在适当的位置，防止其进一步塌陷或断裂，也称经皮椎体成形术。

脊柱肿瘤患者发生并发症的风险可能略高。并发症可能包括：

- 对药物过敏
- 神经损伤
- 骨水泥渗漏到周围区域

这些并发症很罕见，但您最好与医生讨论关于手术的任何风险。

### 3.3 肾结石

健康的肾脏可清除血液中的废物。这些废物通过肾脏产生的尿液排出体外。当废物没有正确离开您的肾脏时，可能会导致肾结石。

肾结石是在您的肾脏中形成的坚硬、坚实的肿块。肿块可以小到一颗小卵石，也可以大得多。它是由你尿液中的废物制成的。症状包括：

- 恶心和呕吐
- 尿液浑浊或带血
- 发热
- 尿频

肾结石有四种类型：

- 钙结石：这是最常见的肾结石类型。未被骨骼和肌肉利用的钙会流向肾脏。通常，肾脏会通过尿液排出多余的钙。当一些钙保留在肾脏中并随着时间的推移聚集时，就会发生钙结石。
- 鸟粪石：鸟粪石在女性中更常见。通常在慢性尿路感染后形成。这些石头通常是由氨制成的。

- 尿酸结石: 尿液中尿酸过多时形成尿酸结石。如果您饮食高蛋白或接受了化疗, 您可能有患这种类型结石的风险。
- 胱氨酸结石: 胱氨酸结石比较罕见, 一般在家族中传播。

### 3.4 癌症

癌症是许多疾病的集合, 所有疾病都涉及异常细胞的生长。正常情况下, 细胞会生长、分裂, 然后死亡。有时, 细胞会突变 (改变), 开始比正常细胞更快地生长和分裂, 这些异常细胞就是聚集在一起形成肿瘤。症状包括:

- 不正常的体重骤轻
- 无端感到疲劳
- 粪便或尿液中有血
- 身上任何地方都有肿块
- 身体任何部位皮肤外观、纹理或颜色的变化

## 第4章 结论

本文提出了一个基于 CLIPS 开发完成的专家系统来帮助医生和有腰痛问题的人用关于腰痛问题的 11 个不同的可能问题来诊断腰痛问题。系统方便了使用者能够比传统诊断更快、更准确地获得诊断。

概述此次设计的腰痛诊断专家系统功能，系统根据系统询问用户的特定问题的回答，得出下背痛问题诊断结论。这些问题为腰痛诊断系统提供了对患者症状的解释，帮助专家系统通过推理机对疾病进行诊断。系统将事实和系统推理的结论以及用户信息存储在数据库中，通过处理数据库以提取规则，从而完成知识库。

通过此次的专家系统开发，我对于知识工程有了更加深刻的理解，由课堂的知识转向实践，在这一过程中也遇到过许多问题，但随着系统设计的进行，对知识的把控也逐渐熟练起来，同时也能深切感觉到在系统的设计中知识库收集整理的重要性，整理好知识库才能做出优秀的专家系统，也为此查阅了大量相关文献，做到了严谨求实。

专家系统 CLIPS 源代码附于附录A。

## 参考文献

- [1] 陆少磊. 腰痛与锻炼的随机对照试验: 临床效果, 费用和患者的选择倾向[J]. 英国医学杂志 (中文版), 2000, 3. 1
- [2] GACHEL R J, BEVERS K, LICCIARDONE J C, et al. Transitioning from acute to chronic pain: an examination of different trajectories of low-back pain[C]//Healthcare: Vol. 6. MDPI, 2018: 48. 1
- [3] HARTVIGSEN J, HANCOCK M J, KONGSTED A, et al. What low back pain is and why we need to pay attention[J]. The Lancet, 2018, 391(10137): 2356-2367. 1
- [4] 侯树勋, 吴闻文. 腰痛机理的新认识[J]. 中华骨科杂志, 1995, 15(2): 110-113. 1
- [5] CHRISTIE H J, KUMAR S, WARREN S A. Postural aberrations in low back pain[J]. Archives of physical medicine and rehabilitation, 1995, 76(3): 218-224. 1
- [6] 王斌. 非特异性腰痛的临床特征 (英文)[J]. 中国临床康复, 2005, 9(18): 234-237. 2
- [7] WILL J S, BURY D C, MILLER J A. Mechanical low back pain[J]. American family physician, 2018, 98(7): 421-428. 2
- [8] JACKSON P. Introduction to expert systems[M]. Addison-Wesley Pub. Co., Reading, MA, 1986. 2
- [9] SINICO R A, BOTTERO P. Best practice & research clinical rheumatology[J]. Best Practice & Research Clinical Rheumatology, 2009, 23: 355-366. 2
- [10] MYLOPOULOS J. An overview of knowledge representation[J]. ACM SIGART Bulletin, 1980(74): 5-12. 2
- [11] 王国胤, 张清华, 马希骛, 等. Granular Computing Models for Knowledge Uncertainty[J]. Journal of Software, 2011, 22(4): 676-694. 3
- [12] 岳昆, 刘惟一. 不确定性知识的定性表示, 推理及其应用——定性概率网研究综述[J]. 云南大学学报: 自然科学版, 2009, 31(6): 560-570. 3
- [13] BENCH-CAPON T J. Knowledge representation: An approach to artificial intelligence: Vol. 32[M]. Elsevier, 2014. 3
- [14] HOY D, BROOKS P, BLYTH F, et al. The epidemiology of low back pain[J]. Best practice & research Clinical rheumatology, 2010, 24(6): 769-781. 5, 6

## 附录 A 专家系统 CLIPS 源代码

```
(defrule disease1
(Q1: 您的疼痛是在跌倒、受伤或举起物体后开始的吗?)
(Q2: 您是否感到麻木、烧灼感或延至腿后侧的电痛?)
(not (disease identified))
=>
(assert (disease identified))
(printout fdatao "1" crlf ))
(defrule disease2
(Q3: 您是否超过60岁，有关节炎，并且您是否因任何运动而感到剧烈疼痛?)
(not (disease identified))
=>
(assert (disease identified))
(printout fdatao "2" crlf ))
(defrule disease3
(Q4: 您在扭动、弯曲甚至坐着时是否感到疼痛?)
(not (disease identified))
=>
(assert (disease identified))
(printout fdatao "3" crlf ))
(defrule disease4
(Q5: 您是否有过可能始于青少年时期的来来去去的疼痛?)
(not (disease identified))
=>
(assert (disease identified))
(printout fdatao "4" crlf ))
(defrule disease5
(Q6: 您是否发烧?)
(Q7: 您的尿液中是否有血液、单侧背痛以及排尿时出现灼热感?)
(not (disease identified))
=>
```

```
(assert (disease identified))
(printout fdatao "5" crlf ))
(defrule disease6
(Q8: 早上您的背部是否僵硬、疼痛，其他关节是否僵硬、疼痛、肿胀或发红？)
(not (disease identified))
=>
(assert (disease identified))
(printout fdatao "6" crlf ))
(defrule disease7
(Q9: 您怀孕了吗？)
(not (disease identified))
=>
(assert (disease identified))
(printout fdatao "7" crlf ))
(defrule disease8
(Q10: 疼痛是否集中在下脊柱，您的腿是否疼痛？走路时向前弯腰是否会让感觉更好？)
(not (disease identified))
=>
(assert (disease identified))
(printout fdatao "8" crlf ))
(defrule disease9
(Q11: 您是否因背痛而在晚上醒来？您是否无意中减重？)
(not (disease identified))
=>
(assert (disease identified))
(printout fdatao "9" crlf ))
(defrule endline
(disease identified)
=>
(close fdatao))
(defrule readdata
(declare (salience 1000))
(initial -fact)
?fx <- (initial -fact)
```

=>

```
(retract ?fx)
(open "data.txt" fdata "r")
(open "result.txt" fdatao "w")
(bind ?symptom1 (readline fdata))
(bind ?symptom2 (readline fdata))
(bind ?symptom3 (readline fdata))
(bind ?symptom4 (readline fdata))
(bind ?symptom5 (readline fdata))
(bind ?symptom6 (readline fdata))
(bind ?symptom7 (readline fdata))
(bind ?symptom8 (readline fdata))
(bind ?symptom9 (readline fdata))
(bind ?symptom10 (readline fdata))
(assert-string (str-cat "(" ?symptom1 "))")
(assert-string (str-cat "(" ?symptom2 "))")
(assert-string (str-cat "(" ?symptom3 "))")
(assert-string (str-cat "(" ?symptom4 "))")
(assert-string (str-cat "(" ?symptom5 "))")
(assert-string (str-cat "(" ?symptom6 "))")
(assert-string (str-cat "(" ?symptom7 "))")
(assert-string (str-cat "(" ?symptom8 "))")
(assert-string (str-cat "(" ?symptom9 "))")
(assert-string (str-cat "(" ?symptom10 "))")

(close fdata)
)
```