

СТРУКТУРИЗАЦИЯ ПРОСТРАНСТВА ФАКТОРОВ ДЛЯ УСТАНОВЛЕНИЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ДИАГНОЗА УРОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Николай Маляр, Павел Мулеса

Abstract: При построении диагностических систем в медицине предлагается использовать структуризацию пространства факторов, влияющих на установление диагноза заболевания. Приводится пример структуризации для диагностирования мочекаменного заболевания в урологии.

Keywords: экспертная система; пространство факторов; классификация; стратификация; ранжирование; диагностические системы в медицине.

ACM Classification Keywords: H 1.1. Systems and Information Theory

Введение

Несмотря на то, что одной из первых прикладных областей применения методов искусственного интеллекта стала медицинская диагностика [Люгер, 2003], [Рассел, 2006], успехи в разработке и использовании экспертных диагностических систем незначительны, особенно в Украине. Вместе с тем, по данным Всемирной организации здоровья, смертность от неправильного диагноза находится на пятом месте. Одной из основных причин ограниченного применения моделей и методов принятия решений именно в медицине (по сравнению, например, с экономикой и техникой), является некорректность использования «усредненных» экспертных знаний. Роль экспертных систем в медицине свелась к подобию медицинских учебников и справочников [Рассел, 2006, с.1269] и врач обязан понять ход рассуждений, лежащих в основе любого решения системы. Поэтому в [Волошин, 2006,2007,2008] предлагалось перейти от концепции разработки экспертной системы как «интеллектуального усилителя» лица, принимающего решения (ЛПР), к концепции персонального инструментария ЛПР. Для этого необходимо положить в основу системы способ принятия решений именно пользователя системы, тем самым реализуя один из основополагающих принципов искусственного интеллекта – «способ внедренного действия» [Люгер, 2003]. Разработчик же системы должен предоставить средства формализации этого способа. С другой стороны, если созданный персональный интеллектуальный инструментарий опытного врача-диагностика окажется статистически успешным, то он может быть рекомендован (с учетом существующих юридических формальностей) для ограниченного или широкого применения.

Структуризация пространства факторов урологических заболеваний

При учете множества факторов и их взаимосвязи при принятии решения по установлению диагноза заболевания, одной из основных технических (математических) проблем является «экспоненциальный размер» [Рассел, 2006] пространства анализируемых альтернатив, представляющих собой комбинации признаков, учитываемых при диагностировании. Одним из способов борьбы с «проклятием размерности»

является метод структурирования определенных факторов, влияющих на построение множества альтернатив. При этом возникают два вопроса:

1. Что выбрать в качестве факторов (критерии, признаки, альтернативы, их оценки и т.п.)?
2. Каким образом структурировать множество факторов?

Структуризация может сводиться к одной из следующих типов структур, в качестве факторов выбираются «системные диагнозы», «критерии диагностирования» и «симптомы заболевания».

Первый тип «классификация» – разбиение множества на классы (группы), подмножества исходного множества, причем они не упорядочены относительно друг друга. Постановка диагноза – пример классификации, то есть отнесения заболевания к определенному классу (названию болезни).

Второй способ структурирования - «стратификация», которая определяет разбиение множества на ряд уровней или слоев, которые в отличие от классов, упорядочены (заболевания могут быть легкими или тяжелыми и т.п.).

Третий тип структуры - «ранжирование», которое указывает на порядок предпочтения и задается как номер в списке (порядок симптомов заболевания).

В данном исследовании в качестве примера выбрано мочекаменное заболевание и используются все типы структурирования. Классификация используется для «неформального» (экспертного) разбиения множества «системных диагнозов» (в соответствии с международной классификацией) на 7 классов. Стратификация используется для экспертного разбиения множества «критериев диагностирования». Ранжирование используется при анализе симптомов заболевания для оценки «степени принадлежности» определенного симптома классу заболевания.

Структуризация факторов мочекаменной болезни

Используя международную классификацию урологических заболеваний, эксперт (врач-уролог) в своей практической деятельности данное заболевание представляет в следующих вариантах клинического течения:

- a) Камни почек; b) Камни мочеточника; c) Камни мочевого пузыря; d) Почечная колика;
e) Мочесолевой диатез;

и сопутствующих заболеваний:

- f) Пиелонефрит;
g) Нефроптоз.

Для диагностирования данной группы заболеваний экспертом выделяются следующие группы критериев:

- | | |
|---------------------------|-----------------------------|
| 3. Жалобы больного; | 7. Показания УЗИ; |
| 4. Мочевые симптомы; | 8. Общеклинические анализы; |
| 5. Анамнез заболевания; | 9. Рентген-показатели. |
| 6. Объективные показатели | |

Данное множество факторов можно разделить на два класса: субъективные, которые включают 1-3 критерии и объективные – 4-7 критерии. В процессе стратификации выделяются следующие уровни:

Первый уровень: критерии 1-4 группы;

Второй уровень: критерии 5-7 группы.

Информация показателей первого уровня собирается при опрашивании и первичном осмотре больного, а данные для показателей второго уровня получают при дополнительном обследовании. Каждая группа критериев представляет собой иерархическую структуру, описанную ниже, где для каждого симптома приводится ранжирование критериев диагностирования, приведенных выше (жалобы больного, мочевые симптомы, анамнез заболевания, объективные показатели, показания УЗИ, общеклинические анализы, рентген-показатели).

1. Жалобы больного

1.1. Боль в пояснице

- 1.1.1. приступообразные острые (a,b,c,d,g)
- 1.1.2. тупые периодические (g,e,f)
- 1.1.3. постоянные ноющие (f,a)

1.2. Иррадиация

- 1.2.1. по ходу мочеточника (a,b,g)
- 1.2.2. в пах (b,a)
- 1.2.3. в уретру (c)
- 1.2.4. надлобковая (b,c,g)

1.3. Присутствующие симптомы

- 1.3.1. ознобы (f)
- 1.3.2. вздутие живота (a,b,f,g)
- 1.3.3. тошноты (a,b,d)
- 1.3.4. рвоты (a,b)
- 1.3.5. усиленное потовыделение (f)
- 1.3.6. головные боли (f,a,b,g)
- 1.3.7. сухость во рту (f)
- 1.3.8. общая слабость (f,a,b,g)
- 1.3.9. потеря аппетита (g,f)

2. Мочевые симптомы

2.1. Мочеиспускание

- 2.1.1. обычное (g)
- 2.1.2. болезненное (c)
- 2.1.3. частое, малыми порциями (a,b,c,g)
- 2.1.4. рези в конце (c,e)
- 2.1.5. полиурия (f)
- 2.1.6. олигоурия (a,b,c)

- 2.1.7. императивные позывы (c)
- 2.1.8. недержание мочи (c)

2.2. Моча

- 2.2.1. мутная (f,e)
- 2.2.2. периодически кровянистая (a,b,c)
- 2.2.3. с червеобразными сгустками (a)

3. Анамнез заболевания

3.1. Связь с симптомом

- 3.1.1. без причин (a,b,c)
- 3.1.2. переохлаждение (f)
- 3.1.3. острая еда (f)
- 3.1.4. переломы костей (a,b,c)
- 3.1.5. физнагрузка (g,c,a,e)
- 3.1.6. водная нагрузка (b,a,d)

3.2. Перенесенные заболевания

- 3.2.1. отсутствуют (d,e)
- 3.2.2. МКБ (a,b,c,e)
- 3.2.3. пиелонефрит (f)
- 3.2.4. подагра (a,b,c)
- 3.2.5. аномалии развития почек (a,b,c,f)
- 3.2.6. нефроптоз (g,f)
- 3.2.7. ЖКБ, холецистит, гастрит, язва, зуб (a,b,c)

4. Объективные показатели

4.1. Артериальное давление

- 4.1.1. нормальное (d,e,c)
- 4.1.2. пониженное (e,g)
- 4.1.3. повышенное (f,g,a)

4.2. Упитанность

- 4.2.1. нормальная (f,c,e,d)
- 4.2.2. пониженная (g,f)
- 4.2.3. повышенная (a,b,f)

4.3. Пальпация почек

- 4.3.1. не пальпируется (d,e,c)
- 4.3.2. пальпируется нижний полюс (a,b,f)
- 4.3.3. пальпируется увеличенная почка (g,f,a,b)
- 4.3.4. безболезненная (g,e,c)
- 4.3.5. умеренно болезненная (f,a,b,g)

4.3.6. резко болезненная (a,b,d,f)

- 4.3.7. повышенная смещаемость (g), ограниченная (f,a)

4.4. Положительные симптомы

- 4.4.1. симптом Пастернацкого, симптом Гораша отрицательные (e,g)
- 4.4.2. симптом Пастернацкого, симптом Гораша слабоположительные (c,f)
- 4.4.3. симптом Пастернацкого, симптом Гораша резкоположительные (d,b,a,f)
- 4.4.4. надлобкового толчка отрицательный (a,d,f,g)
- 4.4.5. надлобкового толчка положительный (c)

4.5. Температура

- 4.5.1. нормальная (d,e)
- 4.5.2. субфебрильная вечером (a,b,c,f,g)
- 4.5.3. гектическая (f,a)

5. УЗИ

- | | |
|--|--|
| <p>5.1. <u>Размеры почек</u></p> <p>5.1.1. нормальные (e,g)</p> <p>5.1.2. уменьшенные (f)</p> <p>5.1.3. увеличены (f,a)</p> <p>5.2. <u>Размеры паренхимы</u></p> <p>5.2.1. нормальные (d,e,g)</p> <p>5.2.2. уменьшенные (a,b)</p> <p>5.2.3. увеличены (f,a)</p> <p>5.2.4. наличие кист (f)</p> <p>5.3. <u>Дифференциация паренхима/ЧЛС</u></p> <p>5.3.1. нормальная (d,e,g)</p> <p>5.3.2. затруднена (f)</p> <p>5.4. <u>Размеры ЧЛС</u></p> <p>5.4.1. нормальные (e,f,c)</p> | <p>5.5. <u>расширенные (a,b,g) Размеры мочеточника</u></p> <p>5.5.1. нормальные (g,e,f,c)</p> <p>5.5.2. расширенные (b)</p> <p>5.6. <u>Мочевой пузырь</u></p> <p>5.6.1. стенка нормальная (a,b,d,e,f,g)</p> <p>5.6.2. стенка утолщена (c)</p> <p>5.7. <u>Эхо + тень</u></p> <p>5.7.1. отсутствует (g,f)</p> <p>5.7.2. эхо + тень < 0,4см (e)</p> <p>5.7.3. эхо + тень > 0,4см в ЧЛС (a)</p> <p>5.7.4. эхо + тень > 0,4см в мочеточнике (b)</p> <p>5.7.5. эхо + тень > 0,4см в м/пузыре (c)</p> |
|--|--|

6. Общеклинические анализыАнализ крови

- | | |
|--|---|
| <p>6.1. <u>Гемоглобин</u></p> <p>6.1.1. более 124 Т/л(d,e,c,g)</p> <p>6.1.2. 100-124 Т/л(a,b,c,f)</p> <p>6.1.3. меньше 100 Т/л (f,a)</p> <p>6.2. <u>Лейкоциты</u></p> <p>6.2.1. 4-7 тыс. (d,e,g)</p> <p>6.2.2. 8-20 тыс. (f,a,b,c)</p> | <p>6.4. <u>Лейкоциты</u></p> <p>6.4.1. меньше 9 (d,e,g)</p> <p>6.4.2. 9-20 (a,b,f)</p> <p>6.4.3. 21-200 (a,b,c,f)</p> <p>6.4.4. более 200 (a,c)</p> <p>6.5. <u>Эритроциты</u></p> <p>6.5.1. меньше 5 (e)</p> <p>6.5.2. 5-100 (a,b,d,f,g)</p> <p>6.5.3. более 100 (c)</p> <p>6.5.4. выщелоченные (f)</p> |
|--|---|

Анализ мочи

- 6.3. Белок
- 6.3.1. 0-0,032 (d,e)
- 6.3.2. 0,033-0,99 (f,a,b,c,g)
- 6.3.3. более 1 (f)

7. Рентген

- | | |
|---|---|
| <p>7.1. <u>Обзорная урография</u></p> <p>7.1.1. Наличие теней (a,b,c)</p> | <p>7.2. <u>Внутривенная урография</u></p> <p>7.2.1. без отклонений (e,f)</p> <p>7.2.2. ЧЛС расширена (a,b,d,g)</p> <p>7.2.3. мочеточник расширенный (b,d)</p> <p>7.2.4. афункциональная почка (a,b,d)</p> <p>7.2.5. опущенная почка (g)</p> |
|---|---|

Заключение

На протяжении последних лет в Украине обсуждается концепция перехода в здравоохранении от узкоспециализированного врача к «семейному», который, в первую очередь, знает пациента, ориентируется в «укрупненной» классификации заболеваний (интегрированной, обобщенной на основе международной классификации «системных диагнозов») и для установления «единичного» диагноза обращается к узкопрофильному специалисту. То есть, семейный врач обязан установить

предварительный диагноз, который, в принципе, является неформальным, экспертным. Поэтому, наряду с проблемами «проклятия размерности», принципы построения диагностических систем, основанных на структуризации пространства факторов, влияющих на установление диагноза, являются особенно заслуживающими внимания и требуют конкретизации для каждого класса системных диагнозов.

В данной статье для структуризации пространства факторов мочекаменного заболевания (множества системных диагнозов, критериев диагностирования и симптомов заболевания) используются знания опытного врача-диагноста.

Отдельно отметим, что при разработке диагностических систем, основанных на структуризации, целесообразно учитывать психологию эксперта – диагноста и случай нечетных ординальных порядков при ранжировании [Волошин, 2005, 2010].

Благодарности

Авторы благодарны консультантам: врачу-анестезиологу Маляр Неле и врачу-урологу П. М. Мулесе.

Статья частично финансирована из проекта ITHEA XXIII Института Информационных теорий и Приложений FOI ITHEA и Консорциума FOI Bulgaria (www.itea.org, www.foibg.com).

Список литературы

- [Люгер, 2003] Люгер Ф.Дж. Искусственный интеллект. Стратегии и методы решения сложных проблем. – Москва: «Вильямс», 2003. – 264с.
- [Рассел, 2006] Рассел Ст., Норвиг П. Искусственный интеллект: современный подход, 2-е изд.: Пер. с англ.-М.: «Вильямс», 2006.-1408с.
- [Волошин, 2005] Волошин А.Ф., Головня В.М. Система качественного прогнозирования на основе нечетких данных и психологии экспертов // Труды конференции «KDS-2005», Том 1, София, 2005. -С.237-243.
- [Волошин, 2007] Voloshin A. Decision-making support systems as personal intellectual device of a Decision-maker // International Journal "Information Technologies & Knowledge" .- N1.-vol.1, 2007.-P.159-162.
- [Волошин, 2008] Voloshin A., Mulesa P. Diagnostic Systems in Medicine as Personal Intellectual Tooling // International Journal "Information Technologies & Knowledge".-N3.-vol.2.- 2008.-P.211-217.
- [Волошин, 2010] Волошин О.Ф., Мащенко С.О. Моделі та методи прийняття рішень.- Київ: ВПЦ «Київський університет», 2010.-336с.

Информация об авторах

Маляр Николай Николаевич – Ужгородский национальный университет, математический факультет, декан, Ужгород, Украина; e-mail: malyarnt@gmail.com.

Мулеса Павел Павлович – Ужгородский национальный университет, преподаватель кафедры кибернетики и прикладной математики. Ужгород, Украина; e-mail: ppmulesa@gmail.com.