Костюкова Нина Ивановна, Кудинов Андрей Евгеньевич
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ЛЕЧЕНИЯ С УЧЕТОМ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Источник
Альманах современной науки и образования
Тамбов: Грамота, 2010. № 3 (34): в 2-х ч. Ч. I. C. 17-21. ISSN 1993-5552.
Адрес журнала: www.gramota.net/editions/1.html
Содержание данного номера журнала: www.gramota.net/materials/1/2010/3-1/

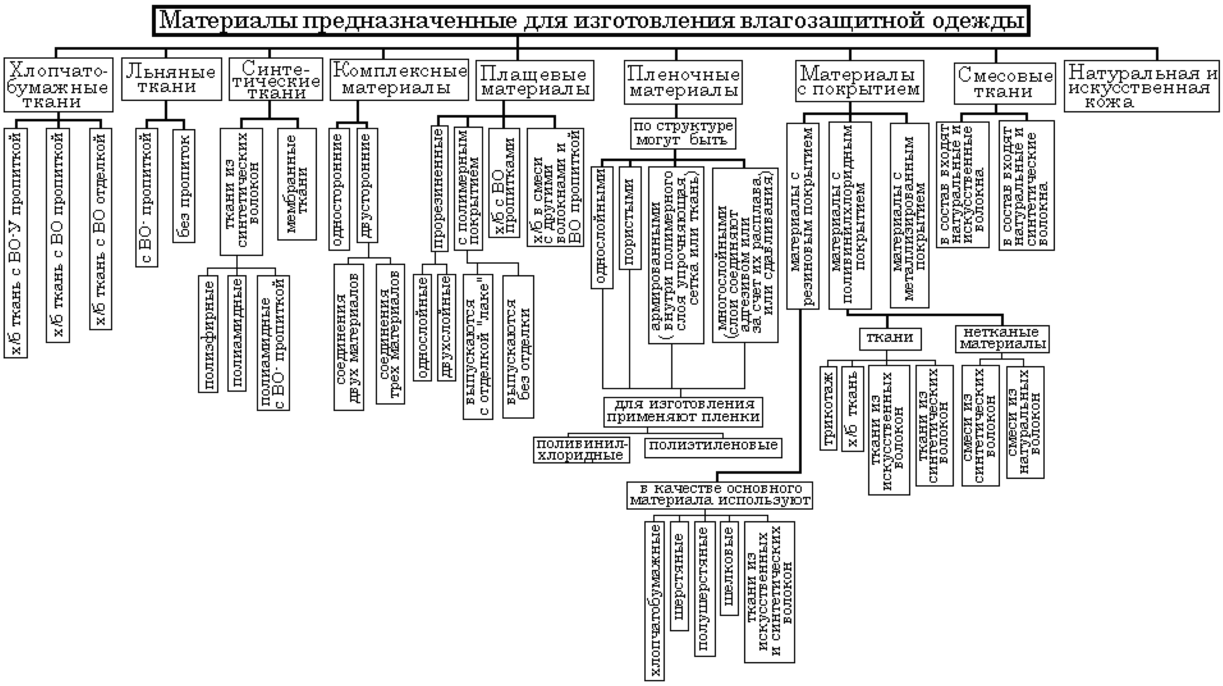


Рис. 1. *Классификация материалов используемых для производства влагозащитной одежды*

Таким образом, провели анализ существующих способов герметизации швов влагозащитной спецодежды и водоупорных пропиток, обеспечивающих различную степень защиты от воды и влаги материала, используемого для производства влагозащитной спецодежды. Установили, что выбор способа герметизации определяется свойствами применяемых материалов, а также условиями эксплуатации этих изделий, требованиями заказчиков, желающих получить конкурентоспособное и надежное изделие.

В результате анализа материалов, используемых в пакете при изготовлении влагозащитной спецодежды, выявлено, что на сегодняшний день существует большое разнообразие водонепроницаемых материалов, что позволило их классифицировать по группам тканей и видам пропиток и отделок.

Список литературы

1. **Бокова С. В.** Особенности проектирования влагозащитной спецодежды для работников автосервиса: дис. … канд. техн. наук: 05.19.04. Шахты, 2005. 177 с.
2. **Веселов В. В.** Современные технологии изготовления водозащитных изделий - в практику / В. В. Веселов, О. В. Метелева, Е. П. Покровская // Рабочая одежда. 2003. № 2 (19).
3. **Веселов В. В.** Химизация технологических процессов швейного производства / В. В. Веселов, Г. В. Колотилова. М.: Легпромбытиздат, 1985. 128 с.
4. **Метелева О. В.** Совершенствование технологии обработки водозащитной одежды / О. В. Метелева, В. В. Веселов, В. Е. Кузьмичев // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. 1984. № 1. С. 77-81.
5. **Решетнева Т. Т.** Классификация и анализ способов образования герметичных швов при соединении полимерных материалов / Т. Т. Решетнева, Н. К. Барамбойм // Там же. 1977. № 3. С. 61-66.

УДК 519.8

Нина Ивановна Костюкова, Андрей Евгеньевич Кудинов
Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ЛЕЧЕНИЯ С УЧЕТОМ ЭФФЕКТИВНОСТИ[©]

Классификация методов *Data Mining*

Рассмотрим несколько известных классификаций методов Data Mining по различным признакам.

Классификация технологических методов Data Mining. Все методы Data Mining подразделяются на две большие группы по принципу работы с исходными обучающими данными. В этой классификации верхний уровень определяется на основании того, сохраняются ли данные после ***Data Mining*** либо они дистиллируются для последующего использования.

1. Непосредственное использование данных, или сохранение данных.

В этом случае исходные данные хранятся в явном детализированном виде и непосредственно используются на стадиях прогностического моделирования и/или анализа исключений. Проблема этой группы методов - при их использовании могут возникнуть сложности анализа сверхбольших баз данных. Методы этой группы: кластерный анализ, метод ближайшего соседа, метод k -ближайшего соседа, рассуждение по аналогии.

2. Выявление и использование формализованных закономерностей, или дистилляция шаблонов. При технологии дистилляции шаблонов один образец (шаблон) информации извлекается из исходных данных и преобразуется в некие формальные конструкции, вид которых зависит от используемого метода ***Data Mining***. Этот процесс выполняется на стадии свободного поиска, у первой же группы методов данная стадия в принципе отсутствует. На стадиях прогностического моделирования и анализа исключений используются результаты стадии свободного поиска, они значительно компактнее самих баз данных. Рассмотрим методы на основе уравнений. Методы этой группы выражают выявленные закономерности в виде математических выражений - уравнений. Следовательно, они могут работать лишь с численными переменными. И переменные других типов должны быть закодированы соответствующим образом. Эти методы широко используются при решении различных задач, особенно задач прогнозирования. Основные методы данной группы: статистические методы и нейронные сети. Методов линейного программирования, задачи в условиях неизвестности которые решаются по технологии «теории игр». Статистические методы часто применяются для решения задач прогнозирования.

Вероятности в диагностике

Основная теоретико-вероятностная задача медицинской диагностики состоит в отыскании условных вероятностей

$P(d_j \mid G)$,

где G - профиль симптомов, обнаруженных у больного, а значения $j \in f$ соответствуют комплексам заболеваний, выявленными логическими методами и методами последовательных испытаний. Эти вероятности, очевидно, зависят от характеристик рассматриваемой группы больных и от количества подлежащих рассмотрению заболеваний. Следует заметить, что вероятности, получающиеся на различных стадиях установления диагноза, ни в каком смысле не «стремятся» к какому-либо окончательному значению. Пусть, например, больной страдает определенным заболеванием, которое можно обнаружить специальным анализом. Пока этот анализ не сделан, вероятность заболевания может становиться все меньше и меньше на каждой новой стадии исследования, а когда этот анализ будет сделан, это вероятность примет значение, равное единице! Тем не менее, когда по той или иной причине врач не прибегает к дополнительным исследованиям, существенную роль в выборе лечения должны играть теоретико-вероятностные соображения.

Выбор лечения с учетом эффективности

Если после проведения всех возможных исследований налицо оказываются несколько конкурирующих диагнозов, то необходимо сравнить эффективность соответствующих методов лечения. Так же приходится поступать и тогда, когда решается вопрос, идти ли на более сложные исследования или остановиться на диагнозе, который можно поставить при изменяющихся результатах анализов.

При определении эффективности того или иного курса лечения приходится сталкиваться с факторами, трудно поддающимися учету, так как во многих случаях могут действовать социальные, экономические, этические и моральные соображения, относящиеся к самому больному, его семье и к обществу, в котором он живет.

Предположим, что все эти деликатные факторы каким-то образом учтены. Вопрос о разумном выборе лечения все же остается. Часто речь идет о применении сравнительно простых, широко распространенных терапевтических средств. Но, может быть . так же часто выбор средств лечения требует разбора сложной и противоречивой ситуации.

Выбор метода лечения в различных условиях

Под «выбором метода лечения в бесспорной ситуации» понимается выбор, который делается в предположении, что комплекс заболеваний пациента точно известен, также известны прогнозы возможных способов лечения. Для примера формулируем задачу следующим образом.

	d_j
T_1	V_{1j}
T_2	V_{2j}

Здесь d_j - комплекс заболеваний, T_1 и T_2 - возможные методы лечения, V_{1j} и V_{2j} - соответствующие меры эффективности согласно прогнозам этих методов. Разумеется, всегда выбирается тот метод, мера эффективности которого максимальна.

Выбор лечения в условиях риска. В этом случае мы имеем в виду, что есть несколько конкурирующих диагнозов, обладающих известными вероятностями. При этом известны меры эффективности V_{kj} различных методов лечения T_k одного и того же комплекса заболеваний d_j, которым с вероятностью P_j страдает больной. Пусть, например, высказаны два конкурирующих диагноза, d_2 и d_3, соответственно с вероятностями $P_2 = 5/7$ и $P_3 = 2/7$. Предположим, что мы располагаем методом лечения T_1, имеющим 90% -ную эффективность при заболевании d_2, то есть $V_{12} = 90/100$ и 30%-ную эффективность при заболевании d_3 ($V_{13} = 30/100$). Пусть одновременно имеется метод лечения T_2 ,обладающий всего лишь 10% - ной эффективностью при заболевании d_2 и 100% - иной эффективностью при заболевании d_3, то есть $V_{22} = 10/100$ и $V_{23} = 100/100$. Требуется установить, какой метод лечения предпочтительнее.

Таблица 1

	d_2 $P_2 = 5/7$	d_3 $P_3 = 2/7$
T_1	$V_{12} = 90/100$	$V_{12} = 30/100$
T_2	$V_{22} = 10/100$	$V_{23} = 100/100$

Ответ на этот вопрос дает понятие математического ожидания процента больных. Излеченных рассматриваемыми методами:

$$E_k = \sum_j V_{kj} P_j$$

В нашем примере $E_1 = 51/70, E_2 = 25/70$, так что нам следует отдать предпочтение методу T_1.

Применение методов линейного программирования

Рассмотрим такой пример: имеются две возможности лечения рака - лучевая терапия и химиотерапия, причем эффективность того и другого метода выражена в некоторых общих единицах; скажем, химиотерапевтический препарат обладает эффективностью в 1000 единиц на единицу веса, а облучение 1000 единиц в минуту. Допустим, что больному требуется не менее 3000 единиц эффективности. Однако оба метода токсичны, причем, опять-таки в каких-то общих единицах, токсичность лекарственных средств составляет 400 единиц на единицу веса, а токсичность облучения 1000 единиц в минуту. Допустим, что больной не должен получить более 2000 таких единиц. Наконец предположим , что введение одной единицы веса лекарственного препарата причиняет больному в три раза большие неудобства, чем облучение в течение одной минуты. Задача состоит в подборе такого сочетания обоих методов лечения, которое удовлетворяет двум сформулированным выше требованиям и одновременно минимизирует причиняемые больному неудобства. Если X_1 - прописанное больному количество лекарственного препарата (в рассматриваемых единицах веса), а X_2 - длительность облучения в минутах, то прежде всего должно быть выполнено неравенство

$$1000X_1 + 1000X_2 \geq 3000;$$

с другой стороны, токсические свойства лекарства и облучения выдвигают ограничение

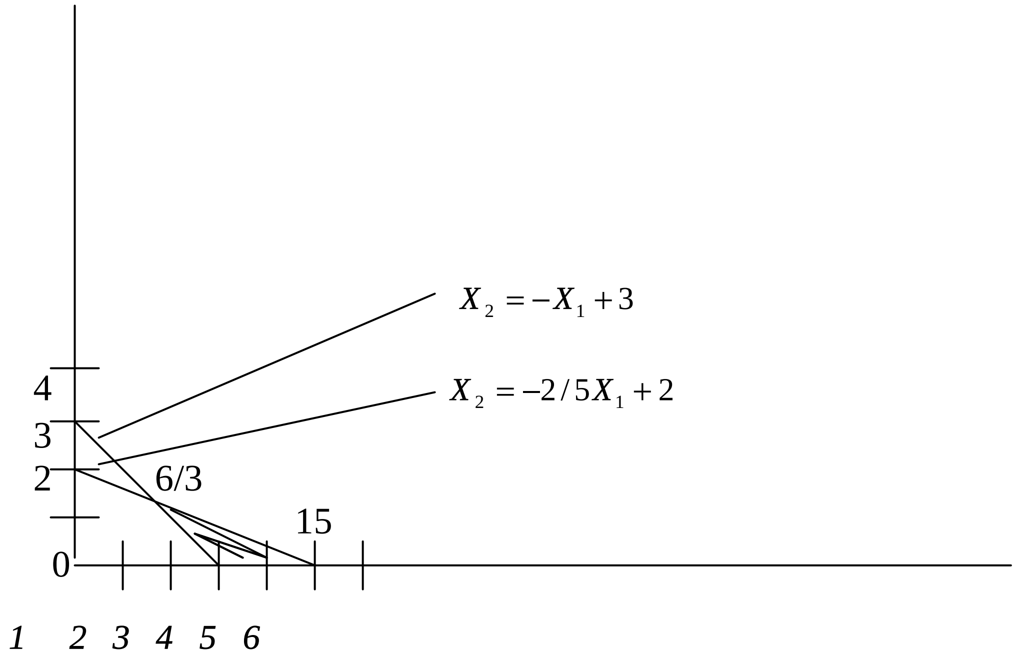
$$400X_1 + 1000X_2 \leq 2000.$$

Мы должны выбрать такие значения X_1, X_2, которые удовлетворяют этим двум неравенствам и одновременно минимизируют величину

$$D = 3X_1 + X_2,$$

Так как, кроме того, $X_1 \geq 0$ и $X_2 \geq 0$, то искомая точка (X_1, X_2) должна принадлежать Заштрихованной области на рисунке. Вычислим значения $D = 3X_1 + X_2$ в этих вершинах, то есть в точках (3,0)Б (5,0) и (5.3, 4.3); получим соответственно $D = 9$, $D = 15$ и $D = 6,3$. Таким образом, следует назначить комбинированное лечение - введение 5.3 единицы лекарственного препарата и облучение в течение 4.3 минуты. Конечно, взят упрощенный пример. В реальных задачах приходится сталкиваться с множеством факторов и рассматривать системы многих неравенств.

Решение задачи о совместном применении лекарства и облучения



Модель лечения в условиях неизвестности

Мы не всегда располагаем данными, достаточными для вычисления искомых вероятностей; в применении к некоторым заболеваниям такие данные всегда будут труднодоступными. Во многих случаях выбор метода лечения должен опираться только на логический анализ. Мы приходим к задаче выбора лечения в условиях неизвестности, то есть в такой ситуации, когда имеется несколько конкурирующих диагнозов, но нет никаких данных о вероятностях, с которыми эти диагнозы могут оправдаться. В этом случае лучшей математической моделью будет теория игр. Налицо два «игрока» - врач и природа. Врач пытается, основываясь на имеющихся неполных знаниях о природе, выработать определенную стратегию. Нам не известны вероятности наличия у пациента какого-то заболевания. Наша задача по-прежнему состоит в отыскании такого метода, который обеспечил бы извлечение наибольшего числа больных, иначе говоря, максимизировал бы наименьшее возможное число излеченных больных

Математическая модель при труднодоступных данных

В таких случаях выбор метода лечения должен опираться только на логический анализ. Мы приходим к задаче «выбора лечения в условиях неизвестности» то есть в такой ситуации, когда имеется несколько конкурирующих диагнозов, но нет никаких данных о вероятностях, с которыми эти диагнозы могут оправдаться.

Выбор наилучшего метода лечения при таких условиях можно реализовать при помощи теории игр. Налицо два «игрока» - врач и природа. Врач пытается, основываясь на имеющихся неполных знаниях о природе, выработать оптимальную стратегию. Нам не неизвестны вероятности наличия у пациента заболевания d_2 или заболевания d_3. Наша задача в отыскании такого метода, который обеспечил бы излечение наибольшего числа больных, иначе говоря, максимизировал бы наименьшее возможное число излеченных больных. Фактически мы располагаем тремя возможностями:

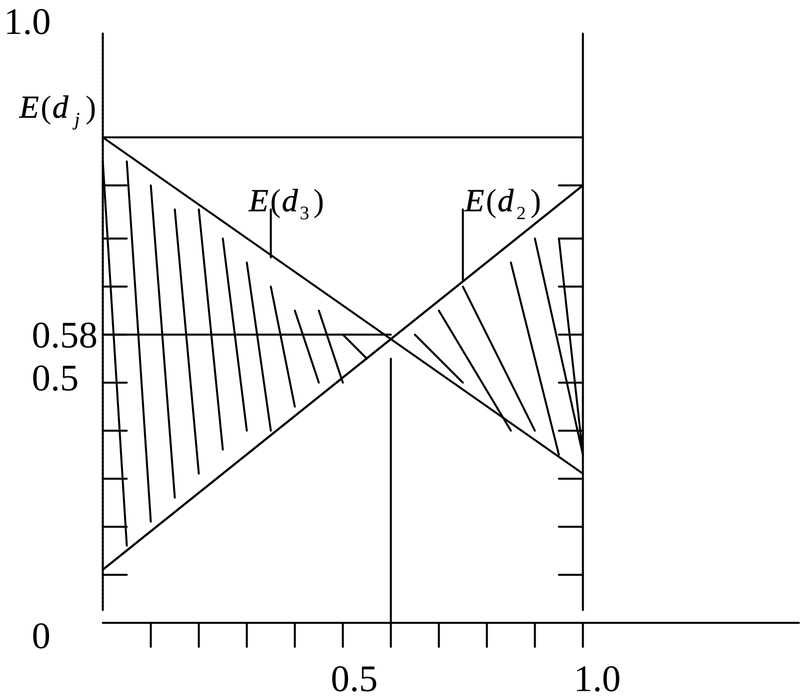
- подвергнуть всех больных лечению T_1;
- подвергнуть всех больных лечению T_2;
- часть больных подвергнуть лечению T_1, а остальных - лечению T_2.

Первые два варианта составляют так называемые чистые стратегии, третий вариант - смешанную стратегию. Рассмотрим Таблицу 1 и выберем смешанную стратегию, чистую стратегию можно рассматривать как частный случай смешанной стратегии.

Пусть Q - доля больных, к которым решено применить лечение T_1; тогда доля больных, к которым применяется лечение T_2, составит $1-Q$. Если бы все больные страдали заболеванием d_2, то математическое ожидание доли излеченных больных было бы равно

$E(d_2) = 90/100Q + 10/100(1-q)$.

На рисунке нанесен график $E(d_2)$ как функции от Q.



Математическое ожидание в примере со смешанной стратегией

Аналогично если бы все больные страдали заболеванием d_3, то мы имели бы математическое ожидание доли излечения больных

$E(d_3) = 30/100Q + 100/100(1-q)$

Этот график также нанесен на рисунке. Если же мы имеем как случаи заболевания d_2, так и случаи заболевания d_3, то значение математического ожидания излеченных больных при любом Q будет равно ординате одной из точек заштрихованной области. Нижний участок границы этой области соответствует наименьшей доле излеченных больных, которую мы ожидаем получить, не зная, как распределены заболевания d_2, d_3. При $Q = 0.6$ это наименьшее значение достигает максимума, и при таком значении Q математическое ожидание доли излеченных больных составит 58% общего количества больных. Следовательно, к 60% больных следует применить лечение T_1, а к 40% - лечение T_2.

Осуществить такую рекомендацию весьма просто - разделить случайным образом всех больных на две группы, содержащие соответственно 60% и 40% общего числа больных; первая группа подвергается лечению T_1, вторая - лечению T_2. Можно действовать иначе, выбирая для каждого больного лечение T_1 или T_2 случайно. Действительно, второй метод оказывается единственно, второй метод оказывается единственно возможным, когда речь идет об одном больном , которого нельзя разделить на две части в отношении 6:4!. Именно так применяется смешанная стратегия в тех случаях, когда речь идет об индивидуальном больном. Такой метод выбора лечения трудно оценить по достоинству при первом знакомстве с ним, но как раз так применяются в отдельных случаях теоретико-вероятностные соображения.

Заключение

Система реализуется на платформе .NET на языке программирования C#. Она состоит из функционального ядра и интерфейса. Система расширяема, то есть разрабатывается математическая модель лечения какого то заболевания, реализуется и вставляется в ядро системы. При этом расширяется и интерфейс.

Список литературы

1. **Костюкова Н. И.** Система принятия решений по технологии Data Mining // Перспективы систем информатики: материалы Седьмой международной конференции памяти академика А. Е. Ершова. Новосибирск, 2009. С. 72-76.
2. **Sacher G. A.** Reparable and irreparable injury // Radiation biology and medicine. 1999. P. 297.
3. **Williams R. J.** Biochemical individuality. New York, 1999. P. 129.