



Вероятностные методы

Устойчивые методы

Часто приходится принимать решения, не располагая всей необходимой информацией. Это случается как при выполнении организационных задач (доставка, планирование), так и при оценке перспектив (развитие потребительских тенденций, рынков). Случается, что существующие данные либо слишком скудны, либо приблизительны: такая ситуация типична для проблем окружающей среды. К этому стоит прибавить недостаточную изученность физических законов.

Очевидно, что замена недостающих данных на ложные не является наилучшим решением: в таком случае любые, сколь угодно долгие вычисления приведут к сомнительным результатам, не имеющим под собой веской основы и не заслуживающим доверия.

Вероятностные методы позволяют осуществить первоначальный «грубый» анализ для определения иерархии важности, в результате которого выявляется, какой риск необходимо учесть, а какой нет. По желанию, впоследствии, возможно уточнить информацию по уже выделенным пунктам. К примеру, в 2005 г. по этому принципу мы организовали для CEA Saclay (центр ядерных исследований, Франция) сравнительное исследование возможных рисков, связанных с полетами самолетов и дорожным транспортом, перевозящим опасные вещества.

В вероятностных методах само изучаемое явление необязательно зависит от случая – ничто и никогда не зависит от случая. Мы просто решаем, что поступаем «таким образом», мы не разыскиваем внутренних причин явления. В основном, это объясняется тем, что в большинстве случаев внутренние причины зависят от малоизученных физических законов.

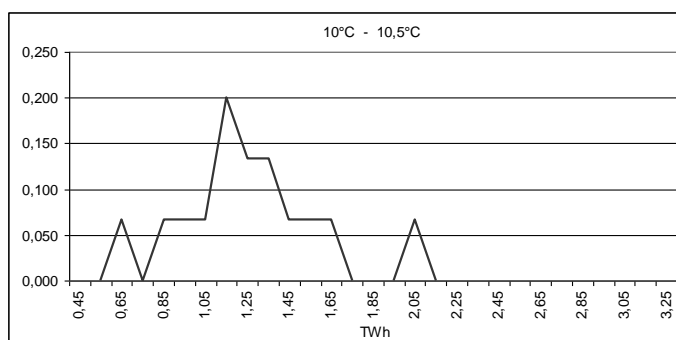
В 2005-2006 гг. в рамках контракта с Veolia Environnement, Западный Регион (Франция) мы воспроизвели ежедневное поступление воды в 19 реках в регионе Вандея: измерения проводились в течение 35 лет, но примерно с 50 % пропусков. Мы использовали вероятностные методы (см. книгу Бозами Б. и Зейдиной О. «Вероятностные методы для восстановления недостающих данных», изд. Общество Математических Расчетов, 2007). Данная модель поступлений воды была общей, но достаточно точной для ответа на поставленный вопрос: каков объем нехватки воды в летний период, и как это исправить. В данной ситуации модель «осадки-поток» (определение уровня поступления воды в реках, опираясь на измерение осадков) была бы невозможна.

Простой и надежный принцип

Принцип вероятностных методов прост: все, что не известно точно, подчиняется закону вероятности. Это может быть:

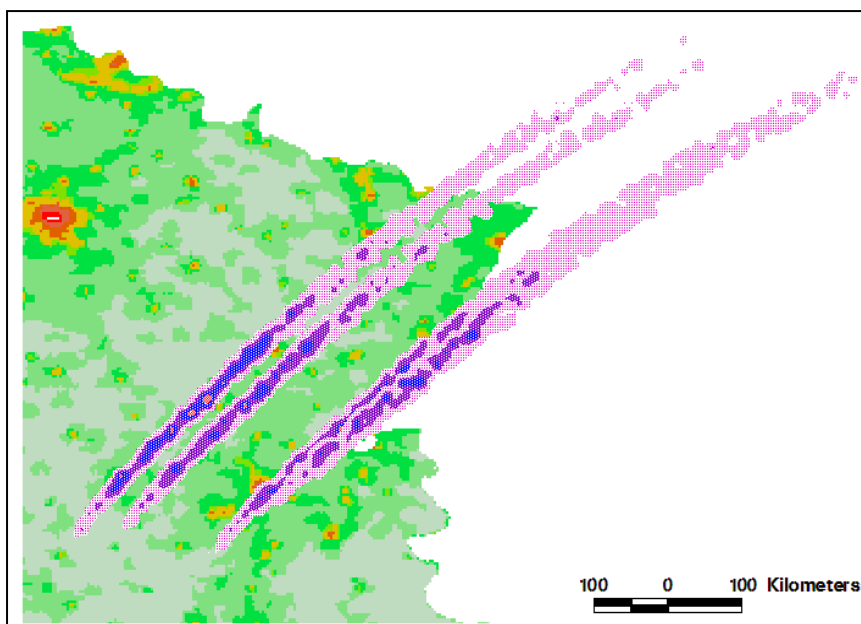
Адрес: 111, Faubourg Saint Honoré, 75008, Paris. Тел. : + 33 01 42 89 10 89. Факс: + 33 01 42 89 10 69
АО, капитал 56 200 €. RCS: Paris B 399 991 041. SIRET : 399 991 041 00035. APE : 7219Z

- неточный параметр. Например, можно сказать, что потребление газа во Франции зависит от температуры, однако, нельзя это утверждать безоговорочно.



Данный график является результатом исследования, проведенного нами для Наблюдательного комитета по энергетике, Главного управления энергетики и сырья (Франция): для определенной температуры (диапазон 10 °С – 10,5 °С) на оси абсцисс показан уровень потребления (КВт·ч), на оси ординат - вероятность этого потребления: возможны различные уровни этого потребления, но с разной степенью вероятности.

- недостаточно изученный закон. В 2004-2005 гг. Национальный центр космических исследований (CNES, Франция) поручил нам изучить риски, связанные с падением обломков уничтоженных спутников. Данные в этой сфере скудны, а законы малоизучены. В частности, в формуле, рассчитывающей сопротивление воздуха, мы применили принцип вероятности к плотности воздуха на разных высотах; таким же образом этот метод использовался при расчете формы обломка, его массы, коэффициента траектории и даже скорости: никто не может быть уверен в том, что сопротивление тела, движущегося со скоростью 7 км/ч в разреженной атмосфере, будет пропорционально квадрату скорости.



В результате была получена не определенная точка падения, а «карта вероятностей», показывающая с какой вероятностью обломки могут упасть в ту или иную точку.

Пример подобной карты вероятности мы видим на рисунке. Она соответствует падению множества обломков от одного спутника; затемненные зоны обозначают более высокую степень вероятности падения, чем светлые.

Совершенствование качества измерений

Вероятностные методы помогают улучшить качество измерений благодаря «таблицам калибровки» или условных таблицам вероятностей. Например, для определенных показаний прибора

вероятность ошибки может быть таковой... Другими словами, точность показаний датчика изменяется в зависимости от положения в диапазоне измерений (это называется масштабным коэффициентом). Вначале мы использовали эти методы в рамках контракта с Главной делегацией по вооружению (служба программ тактических ракет), а начиная с 2003 - с Институтом радиационной защиты и ядерной безопасности (IRSN, Франция) по улучшению измерения уровня радиоактивности ядерных веществ.

Отличия от статистических методов

Статистика позволяет использовать различные подходы к обработке данных (подстройка, регрессионный анализ, тесты), но при этом не избегает гипотез о законах, которым подчиняются собранные образцы. Мы работаем в ситуациях, где эти законы неизвестны, а полагаться на ложные законы так же неприемлемо, как и вводить ложные данные. Бесспорное достоинство используемых нами методов заключается в опоре на закон вероятности (см. выше пример потребления газа). Мы отталкиваемся от общего закона в данной области (если мы ничего не знаем) и постепенно, в зависимости от полученных в ходе исследования результатов, обогащаем его.

В общем, можно сказать, что статистика – уточненная форма вероятности (когда закон известен), а вероятностный метод – это предварительный этап статистики (до того, как закон станет известен). Поэтому, если существуют полные данные (например, информация о продажах товара), логичнее воспользоваться обычными статистическими методами.

Устойчивое моделирование

Вероятностные методы являются главным элементом нашей исследовательской программы «устойчивое моделирование» (нечувствительный к неточностям метод), разработанный в сотрудничестве примерно 60 иностранными организациями (предприятиями и университетами).¹

С самого начала программы «Малочувствительный» метод принимает в расчет неопределенность законов, ненадежность данных и неточность поставленных задач. Опыт показывает, что производственные программы редко преследуют только одну цель: различаются сроки (кратковременные, долгосрочные), проблемы производства, обслуживания, организации и т.д. Совокупность факторов всегда сложна, и просто сводить проблему к чему-то одному (чаще всего, к стоимости) значит преуменьшить ее, что, как правило, приводит к неадекватным решениям.

Мы считаем, что необходимо отказаться от поиска наиболее простого варианта и рассматривать совокупность целей и задачи: например, «уменьшить потребление на 10 % по сравнению с прошлым годом», «снизить на 5 % задержки» и т.д. И эти цели должны быть достигнуты быстро: мы называем это «Быстрым Подходящим Решением» (Quick Acceptable Solution). Как только оно найдено, у нас нет никаких преград для возобновления поиска с уточненными требованиями. Как правило, руководители предпочитают располагать неточным, но быстрым и надежным решением, позволяющим определить предпочтительные и подходящий план дальнейшей работы.

Книги:

1. Бозами Б. Вероятностные методы для изучения явлений реального мира.- Франция. изд. Общество Математических Расчетов, ISBN: 2-951458-0-6, март 2004. Bernard Beauzamy :

¹ для подробного описания программы см. www.scmsa.com/robust.htm

Méthodes probabilistes pour l'étude des phénomènes réels, ISBN : 2-9521458-0-6, Editions de la SCM, mars 2004.

2. Бозами Б., Зейдина О. Вероятностные методы для восстановления недостающих данных. – Франция. изд. Общество Математических Расчетов, ISBN: 2-9521458-2-2, апрель 2007. Bernard Beuzamy et Olga Zeydina : Méthodes probabilistes pour la reconstruction de données manquantes, ISBN : 2-9521458-2-2, Editions de la SCM, avril 2007.