

По сравнению с традиционными инструментами AnyLogic обеспечивает более существенные возможности при меньших трудозатратах, поскольку позволяет:

- моделировать быстрее при помощи визуальных, гибких, расширяемых, повторно-используемых объектов (стандартных и своих), а также Java;
- моделировать точнее, применяя разные подходы, комбинируя и модифицируя их для конкретной задачи;
- увеличить жизненный цикл модели, быстро подстраивая её к меняющимся условиям, при решении которых необходимы как высокий, так и низкий уровни абстракции;
- использовать мощный арсенал средств анализа и оптимизации непосредственно из среды разработки модели;
- просто и эффективно интегрировать модель открытой архитектуры с офисным и корпоративным программным обеспечением, включая электронные таблицы, базы данных, ERP и CRM-системы;
- эффектно представить свои результаты, сопровождая модель интерактивной анимацией любой сложности, а также давая возможность доступа к модели-апплету через Интернет [2].

Главное AnyLogic, дает гибкость, что позволяет студентам самостоятельно принимать решение для выполнения одного и того же задания на одной платформе, выбирать как разные абстракции, так и разные стили создания модели и комбинировать их для достижения целей моделирования. Таким образом, у одной и той же модели могут быть простота представления объектов, высокая производительность выполняемого модуля, учет специфических разнородных свойств и характеристик элементов модели, наглядность визуализации.

Литература

1. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5. / Карпов Ю. – СПб.: БХВ-Петербург, 2006. – 400 с.
2. <http://www.gpss.ru/systems/anylogic.html>

СТРАТИФИКАЦИЯ ВУЗОВ С ПОМОЩЬЮ DEA-МЕТОДОЛОГИИ

А.Б. Гедранович

*Минский институт управления, г. Минск, Беларусь
gedranovich@gmail.com*

Решение многих управленческих задач требует предварительной оценки эффективности функционирования системы и выявления узких мест, устранение которых позволит в дальнейшем добиться желаемого результата. Одной из таких задач является повышение производительности произвольных хозяйственных единиц (*DMU – Decision Making Unit*), начиная от больших социальных систем и заканчивая конечными исполнителями.

Для определения текущего состояния объекта часто прибегают к всевозможным рейтингам, которые в большинстве случаев представляют собой линейное упорядочение от первого до последнего на основе свертки наблюдаемых критериев. Место в подобном рейтинге, особенно при наличии нескольких схожих объектов, весьма чувствительно к малейшим изменениям любого из наблюдаемых критериев. Для исключения таких ситуаций, некоторые рейтинговые агентства объединяют схожие объекты в группы и назначают им определенный код – проводят стратификацию. Примерами такого подхода являются рейтинги стран, банков и ценных бумаг, в которых ранжируемым объектам принято присваивать коды AAA, AA, A, BBB, BB, B и C.

В данной работе для проведения стратификации высших учебных заведений применяется оболочечный анализ данных (*DEA – Data Envelopment Analysis*) [3]. Алгоритм для решения задачи стратификации с помощью DEA был предложен в [2], в настоящей работе он модифицирован: вместо эффективности Фаррела предлагается использовать эффективность Парето-Купманса.

Суть DEA-анализа заключается в следующем. Рассматривается n объектов, каждый из которых характеризуется неотрицательными ненулевыми векторами входных параметров (ресурсов) \mathbf{x}_j , $j = 1, n$, $\mathbf{x} \in \mathbf{R}^m$ и выходных параметров (продуктов) \mathbf{y}_j , $\mathbf{y} \in \mathbf{R}^s$. Для наблюдаемых данных строится множество производственных возможностей P :

$$P = \{(\mathbf{x}, \mathbf{y}) \mid \mathbf{x} \geq \mathbf{X} \cdot \mathbf{l}, \mathbf{y} \leq \mathbf{Y} \cdot \mathbf{l}, \mathbf{l} \geq \mathbf{0}\}, \quad (1)$$

где $\mathbf{X} = (\mathbf{x}_j)$ – это матрица ресурсов, $\mathbf{Y} = (\mathbf{y}_j)$ – матрица продуктов, \mathbf{l} – неотрицательный вектор неизвестных весовых коэффициентов, $\mathbf{l} \in \mathbf{R}^n$.

Зная множество можно найти границу производственных возможностей – те сочетания ресурсов и продуктов, которые обеспечивают максимальную производительность на наблюдаемом множестве.

При этом эффективность функционирования отдельной производственной единицы находится как расстояния до границы производственных возможностей. Для нахождения эффективности некоторой DMU необходимо решить оптимизационную задачу (2):

$$\theta \xrightarrow{\theta, \mathbf{l}} \min \begin{cases} \theta \cdot \mathbf{x}_0 - \mathbf{X} \cdot \mathbf{l} \geq \mathbf{0} \\ \mathbf{Y} \cdot \mathbf{l} \geq \mathbf{y}_0 \\ \mathbf{l} \geq \mathbf{0} \end{cases}, \quad (2)$$

где θ – это техническая эффективность Фарея для рассматриваемой производственной единицы, \mathbf{x}_0 и \mathbf{y}_0 – ее ресурсы и продукты соответственно.

Для DMU, которые находятся на границе производственных возможностей, т.е. являются эффективными, $\theta=1$. Остальные объекты, для которых $\theta < 1$ считаются неэффективными. Однако, в результате решения (2) эффективными могут быть признаны и те DMU, которые находятся на границе производственных возможностей, но обладают излишками ресурсов и/или недопроизводят продукцию. Для того чтобы выявить такие производственные единицы вводят второй шаг оптимизации (3):

$$\mathbf{e} \cdot \mathbf{s}^- + \mathbf{e} \cdot \mathbf{s}^+ \xrightarrow{\mathbf{l}, \mathbf{s}^-, \mathbf{s}^+} \max \begin{cases} \mathbf{s}^- = \theta^* \cdot \mathbf{x}_0 - \mathbf{X} \cdot \mathbf{l} \\ \mathbf{s}^+ = \mathbf{Y} \cdot \mathbf{l} - \mathbf{y}_0 \\ \mathbf{l} \geq \mathbf{0}, \mathbf{s}^- \geq \mathbf{0}, \mathbf{s}^+ \geq \mathbf{0} \end{cases}, \quad (3)$$

где \mathbf{s}^- – это вектор излишек для каждого из ресурсов, $\mathbf{s}^- \in \mathbf{R}^m$; \mathbf{s}^+ – вектор недопроизводства для каждого вида продукции, $\mathbf{s}^+ \in \mathbf{R}^s$; \mathbf{e} – единичный вектор; θ^* – найденное на первом шаге решение (2).

Производственная единица признается эффективной в смысле Парето-Купманса, если ее техническая эффективность равна 1, а векторы и нулевые.

Алгоритм стратификации, предложенный в [2], заключается в следующем: а) среди множества объектов находятся все технически эффективные и помещаются в первую страту; б) объекты из первой страты исключаются из множества; в) находятся все технически эффективные единицы по новому множеству и помещаются во вторую страту; г) шаги а)-в) повторяются до тех пор, пока все вузы не будут распределены по стратам.

Такой алгоритм, с модификацией, оговоренной выше, был применен относительно данных о 50 белорусских вузах за 2002/2003 год. В качестве ресурсов использовались такие переменные, как численность ППС и численность студентов, в качестве продукции – численность выпускников и количество публикаций. Подробно процедура отбора данных и их первичного анализа описана в [1]. Результаты проведения стратификации приведены в таблице.

Таблица

Результаты разбиения вузов по стратам

Страта	Вузы
1	БГПУ, БГТУ, БГУ, МГЭУ, БГЭУ, БрГУ, БТЭУПК, КИИМЧС, МГВАК, МИУ
2	АМВДРБ, БГМУ, БГУИР, БГУК, БИП, ВГВАМ, ВГКС, ВГТУ, ВГУ, ГрГУ, ИСЗ, МГПУ, МГЭИ, ПГУ, ЧИУП
3	АУПРБ, БарГУ, БАФК, БНТУ, БРУ, ВАРБ, ВГМУ, ГГТУ, ГГУ, ИПД, МИТСО
4	БГАТУ, БГВРК, БГУТ, БрГТУ, ГрГАУ, ГрГМУ, МГУ, МГУП
5	БГАИ, БГАМ, БГСА, ГГМУ, ИПП, Энвила

Поскольку для малого количества объектов результаты DEA-анализа имеют низкую статистическую мощность, на четвертой итерации все 6 оставшихся неэффективных вузов были отнесены к пятой страте.

Литература

1. Хацкевич, Г.А. Построение индексов конкурентоспособности вузов с помощью DEA-методологии / Г.А.Хацкевич, Б.А.Гедранович, А.Б.Гедранович // Теоретичні та прикладні питання економіки: Зб. наук. пр. – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2008. – Вип. 15. – С.47-55.
2. Bougnol, M. Validating DEA as a ranking tool: An application of DEA to assess performance in higher education / M. Bougnol, J. Dulb // Annals of Operations Research. – Springer, 2006. – Vol.145. – pp.339-365.
3. Cooper, W.W. Data envelopment analysis: a comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver software / W.W. Cooper, L.M. Seiford, K. Tone. – Springer Verlag, 2006. – 490p.