

УДК 681.327.12.001.362

МНОГОЦЕЛЕВОЙ МОНИТОРИНГ РЕЗУЛЬТАТОВ ВНЕДРЕНИЯ ИННОВАЦИЙ

В.В. КРАСНОПРОШИН*, А.И. КУЗЬМИЧ, А.Н. ВАЛЬВАЧЕВ*

*Белорусский государственный университет
Независимости, 4, Минск, 220050, Беларусь

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
П. Бровки, 6, Минск, 220013, Беларусь

Поступила в редакцию 22 октября 2015

Предложен метод для оценки влияния результата внедрения инноваций на бизнес-процессы, состояние окружающей среды, здоровье населения и синтеза соответствующего управляющего решения. Представлен пример реализации метода для решения прикладной задачи.

Ключевые слова: инновации, мониторинг, принятие решений.

Введение

В результате интернационализации труда и глобализации рынка значительно возрос уровень конкурентной борьбы между бизнес-структурами [1]. Наибольшие шансы на выживание имеют те компании, которые сумеют быстрее других внедрить в бизнес-процессы организационные и технологические инновации, что видно на примере Китая. Под инновациями понимаются научно-технические достижения (методы, изобретения, открытия, технологии), обеспечивающие лучшее в мире на данный момент решение некоторой проблемы [2]. При быстром внедрении всегда учитывается положительное влияние инноваций на прибыль, но редко – отрицательное влияние на здоровье персонала, окружающую среду и население близлежащих районов. На начальном этапе производства отрицательное воздействие может отсутствовать, но при некомпетентном изменении технологического процесса, наличии скрытых дефектов, поломке узлов оборудования или изменении состава ингредиентов производства вредные последствия могут медленно или быстро проявляться [3]. При этом крайне важно определить момент начала отрицательных изменений и принять соответствующие меры. Особенно это касается компаний по добыче и переработке руды, выплавке металла, крекинга нефти, производства химических удобрений, строительных материалов, переработки отходов и т.д. Поэтому актуальной является задача комплексного мониторинга и оценки бизнес-процессов не только с точки зрения руководства компании, но и тех людей, на кого эти бизнес-процессы прямо или косвенно влияют.

Постановка задачи

Пусть имеется потенциально опасный объект (obj), в бизнес-процессы которого постоянно внедряются инновации. Результаты применения инноваций могут затрагивать интересы различных групп заинтересованных лиц, которые могут оценивать положительное или отрицательное влияние с помощью значений параметров X , предварительно заданных экспертами. В зависимости от значения X объект может находиться в одном из состояний $V = V_1, V_2, \dots, V_m$, каждому из которых соответствует управляющее решение $U = U_1, U_2, \dots, U_m$. Требуется разработать систему мониторинга (sys), аккумулирующую экспертные знания по инновациям, реализуемым на объекте, и обеспечивающую поддержку принятия решения менеджером с учетом мнений всех групп заинтересованных лиц.

Сцена мониторинга

Сцена мониторинга. Решение распределенных прикладных задач обычно начинается с определения акторов, их ролей и построения сцены [4]. В данном случае в сцену мониторинга входят лица, внедряющие инновации, и люди, испытывающие их влияние, а так же эксперты, задающие параметры, по которым можно судить о величине влияния. В число экспертов входят, как минимум: менеджеры компании (C), экологи (Eco), врачи (Med). Мнения о результатах внедрения формируются в масс-медиа (Pres) и социальных сетях (Snet) с участием персонала компании и населения с помощью глобальных коммуникаций (com). Каждый актор имеет атрибуты идентификации, например: C – имя актора, AdrC – электронный адрес, InfC – мнение актора о влиянии инноваций. Соответственно, сцену мониторинга можно описать кортежем:

$$\text{Scene} = (\langle C, \text{AdrC}, \text{InfC} \rangle, \langle \text{Eco}, \text{AdrEco}, \text{InfEco} \rangle, \langle \text{Med}, \text{AdrMed}, \text{InfMed} \rangle, \langle \text{Pres}, \text{AdrPres}, \text{InfPres} \rangle, \langle \text{Pop}, \text{AdrSnet}, \text{InfSnet} \rangle, \text{com}). \quad (1)$$

Параметры мониторинга. Каждый из акторов имеет собственное агрегированное мнение о влиянии инноваций, которое можно формализовать как вербально, так и количественно, отобразив на диапазон $[0..1]$, что позволяет обрабатывать их математическими методами [5, 6]. Соответственно, комплексное мнение о компании можно описать вектором:

$$X = (\text{comp}, X_C, X_{\text{Med}}, X_{\text{Eco}}, S_{\text{Pres}}, X_{\text{Snet}}) = (X_1, X_2, X_3, X_4, X_5). \quad (2)$$

Общая схема мониторинга. Для построения типовой схемы мониторинга достаточно отобразить сцену (1) в классический контур управления с обратной связью (рис. 1).



Рис. 1. Схема комплексной оценки состояния объекта

Для реализации данной схемы можно использовать как сложные (в больших компаниях), так и простые подходы (в малых и средних компаниях). Значительный рост объективизации результата будет происходить по мере усиления в оценке роли искусственного интеллекта [7].

Алгоритм мониторинга

Реализация схемы, представленной на рис. 1, включает выполнение следующих шагов:

Вход: obj, X, V, U. Выход: obj, Vj, Uj.

Шаг 1. Определение исходных свойств объекта и среды.

Шаг 2. Построение сцены scene.

Шаг 3. Выбор параметров X, состояний V и управляющих решений U.

Шаг 4. Построение комплексной предметной области для решения задачи.

Шаг 5. Определение текущих значений параметров объекта $\langle X \rangle = X_1, X_2, X_3, X_4, X_5$.

Шаг 6. Определение на основе $\langle X \rangle$ состояния Vj и управляющего решения Uj.

Шаг 7. Отправка сообщения $\langle X \rangle, Vj, Uj$ менеджеру.

Шаг 8. Утверждение Uj или формирование другого (субъективного) решения Unew.

Шаг 9. Отправка решения топ-менеджера менеджеру объекта.

Шаг 10. Выполнение менеджером полученного решения.

Шаг 11: Переход на Шаг 5.

Данный алгоритм имеет жесткую структуру, но допускает гибкую реализацию каждого шага на любом современном языке программирования. Наличие на рынке IT эффективных

программных платформ и множества самых разнообразных датчиков и сенсоров позволяет измерять множество параметров биосферы и человека вплоть до молекулярного уровня, что обеспечивает полноту и достоверность общей картины наблюдений.

Пример реализации алгоритма

В качестве примера реализации алгоритма рассмотрим решение следующей задачи. Пусть имеется завод для производства цемента, который внедряет новое пылеочистное оборудование. Завод расположен на окраине города и является потенциальным загрязнителем воздуха: оксидом углерода, диоксидом серы и другими вредными химическими соединениями. Деятельность завода оценивается с различных точек зрения: руководство объекта – по сумме прибыли, врачи – по уровню заболеваемости населения, экологи – по составу и объему вредных выбросов, пресса и социальные сети, отражающие мнение жителей – по влиянию предприятия на качество жизни в городе. Требуется разработать систему мониторинга, обеспечивающую синтез управляющего решения, учитывающего мнения о результатах внедрения инноваций различных групп заинтересованных лиц.

Рассмотрим простейший вариант решения задачи на языке C# платформы .Net в текстовом режиме Console.

Прежде всего эксперты строят предметную область, например:

```
using System; using System.Linq;
namespace ConsoleApplication15
{ class Program { static void Main(string[] args) {
string name = "Цементный завод";
int n = 5; int m = 5; // количество параметров и состояний объекта
string[] X = { "Менеджер", "Медики", "Экологи", "Масс-медиа", "Социальные сети" };
// возможные состояния объекта
string[] V = { "Отличное", "Хорошее", "Среднее", "Плохое", "Аварийное" };
// возможные управляющие решения
string[] U = { "Продолжать работу.", "Наладить оборудование.", "Заменить фильтры.",
"Отремонтировать оборудование.", "Установить новое оборудование." };
```

Затем автоматически формируются эталонные образы для каждого из состояний:

```
double[,] E = new double[m, n]; object[] a = new object[m + 2];
a[0] = n; a[1] = m;
for (int k = 0; k <= m - 1; k++)
    { for (int t = 0; t < n; t++) { E[k, t] = 1.0 * k / (m - 1); } }
```

Предметная область сформирована. Строим вектор значения параметров, характеризующих объект в данный момент, например :

```
double[] Xin = { 0.00, 0.75, 0.00, 0.00, 0.00 };
```

Используя комплекс продукций, определяем текущее состояние объекта и соответствующее управляющее решение:

```
int i = Array.IndexOf(Xin, Xin.Max());
Console.WriteLine(); Console.WriteLine(name);
if (Xin[i] != 0.00)
{ Console.WriteLine(" Источник критики = " + X[i]); Console.WriteLine(" Значение параметра = " + Xin[i]);
    if (Xin[i] == 0.00) { Console.WriteLine("Состояние объекта = " + V[0] + ". Решение = " + U[0]); } }
if (Xin[i] == 0.25) { Console.WriteLine(" Состояние объекта = " + V[1] + ". Решение = " + U[1]); }
if (Xin[i] == 0.50) { Console.WriteLine(" Состояние объекта = " + V[2] + ". Решение = " + U[2]); }
if (Xin[i] == 0.75) { Console.WriteLine(" Состояние объекта = " + V[3] + ". Решение = " + U[3]); }
if (Xin[i] == 1.00) { Console.WriteLine(" Состояние объекта = " + V[4] + ". Решение = " + U[4]); }
Console.ReadKey(); } }
```

Программа готова, запускаем ее на выполнение и получаем следующий результат (рис. 2).

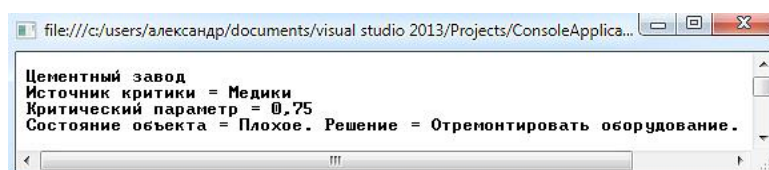


Рис. 2. Результат работы программы мониторинга

На первый взгляд, вектор X_{in} свидетельствует о хорошем состоянии объекта (если считать, например, по метрике Евклида). На самом деле значение $X_{Med} = 0.75$ говорит о наличии в бизнес-процессах скрытых проблем. Скорее всего, необходимо выполнить замену фильтров или наладку оборудования для уменьшения мелкодисперсных выбросов, отрицательно влияющих на здоровье людей в близлежащих к районам. Данный вариант программы достаточно просто модифицируется (например, с помощью библиотеки WPF.Net.) в быстро настраиваемую на конкретный объект систему с графическим интерфейсом, инвариантную количеству входных параметров, состояний и управляющих решений.

Аналогичные системы могут быть полезны для мониторинга небольших, плохо регулируемых производств и кустарных заводов, выбросы которых иногда в тысячи раз на единицу площади превышают допустимые нормы загрязнения, т.к. в отличие от крупных корпораций, они расположены на периферии и плохо контролируются правительством. Имея такие системы, экологи и медики на расстоянии смогут оценивать реальное состояние природы и населения близлежащих населенных пунктов и давать соответствующие рекомендации местным властям и руководству виновных в отрицательных изменениях компаний. Объединив системы в сеть, можно контролировать гигантские площади при минимуме затрат, т.к. цены на датчики, контроллеры и коммуникации постоянно снижаются.

Заключение

Предложены модель объекта наблюдения, типовая схема комплексного мониторинга результатов внедрения инноваций и алгоритм ее реализации. Особенность алгоритма заключается в том, что он учитывает мнение всех групп лиц (менеджеров, медиков, экологов, масс-медиа, участников социальных сетей), связанных с оценкой отрицательного влияния бизнес-процессов на природу и население. Рассмотрен пример программы, реализующей полный жизненный цикл мониторинга: от создания предметной области до синтеза управляющего решения. Основная польза таких программ заключается в фиксации отрицательных изменений в бизнес-процессах на ранней стадии и принятии соответствующих превентивных решений.

GENERAL-PURPOSE INNOVATION RESULTS MONITORING

V.V. KRASNOPROSHIN, A.I. KUZMICH, A.N. VALVACHEV

Abstract

There is a technique offered that enables to objectively evaluate the impact of the innovation results on the business processes, the environment condition and public health, and to synthesize a proper managing decision. A scenario of using the said technique for a certain applied task has been devised with the resultant solution presented.

Список литературы

1. *Stiglitz J.* The Great Divide: Unequal Societies and What We Can Do About It? New York, 2015.
2. *Виссия Х., Краснопрошин В.В., Вальвачев А.Н.* // Вестн. БГУ. Сер. 1. 2011. № 3. С. 84–90.
3. *Kochenderfer M.* Decision Making Under Uncertainty: Theory and Application. Cambridge, 2015.
4. *Краснопрошин В.В., Кузьмич А.И.* // Вестн. БГУ. Сер.1, Физика. Математика. Информатика. 2015. № 2. С. 107–112.
5. *Mukherjee A., Halder S.* Fuzzy Set and Fuzzy Topology. Oxford, 2015.
6. *Albright S., Winston W.* Business Analytics: Data Analysis & Decision Making. Cincinnati, 2014.
7. *Pascual D.* Artificial Intelligence Tools: Decision Support Systems in Condition Monitoring and Diagnosis. Boca Raton, 2015.