

Идентификация пространственно-распределенных объектов управления

А. Н. Ильюшина

Санкт-Петербургский колледж управления и коммерции
bdbyu@mail.ru

И. М. Новожилов

Санкт-Петербургский государственный
электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)
novozhilovim@list.ru

Аннотация. В статье отражены результаты исследования по разработке приборов, сконструированных на платформе Arduino, осуществляющих пространственную идентификацию измеряемого параметра. В статье показаны системы идентификации температурного, электромагнитного и вибрационного поля. Рассматриваемые исследования велись под руководством заведующего кафедрой САиУ Санкт-Петербургского горного университета доцента Ю.В. Ильюшина

Ключевые слова: управление, системный анализ, электромеханика, регулятор

В условиях производственного роста остро встает вопрос о качестве изготавливаемой продукции. В большинстве секторов экономики КПД продукции не превышает 50 %, а в некоторых отраслях не более 15 %. Например при производстве алюминия в электролизере Содерберга, КПД находится в пределах от 40 до 60 %. Данный разброс связан с отсутствием систем, позволяющих достоверно определить срок службы ванны и падины. В процессах теплообмена в угольных печах остро стоит проблема самовозгорания угля. Её решают перемешиванием. Однако достоверно сказать, когда нужно производить данную технологическую операцию не представляется возможным. Данный промежуток времени попределят «на глазок». Из данных примеров видно, что современная промышленность нуждается в средствах численного измерения величин в пространстве. В рамках данной статьи будет рассмотрена попытка решения данной проблемы с помощью пространственно распределенных ситем мониторинга.

Классические пространсвенно распределенные объекты описываются уравнениями вида

$$\frac{\partial Q(x, y, z, t)}{\partial t} - a^2 \left[\frac{\partial^2 Q(x, y, z, t)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 Q(x, y, z, t)}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 Q(x, y, z, t)}{\partial z^2} \right] = f(x, y, z, t)$$

$$Q(x, y, z, 0) = Q_0(x, y, z); \quad Q(0, y, z, t) = q_1(y, z, t);$$

$$Q(L_1, y, z, t) = q_2(y, z, t); \quad Q(x, 0, z, t) = q_3(y, z, t);$$

$$Q(x, L_2, z, t) = q_4(x, z, t); \quad Q(x, y, 0, t) = q_5(x, y, t);$$

$$Q(x, y, L_3, t) = q_6(x, y, t);$$

$$0 \leq x \leq L_1; \quad 0 \leq y \leq L_2; \quad 0 \leq z \leq L_3; \quad t \geq 0; \quad a > 0;$$

Указанная математическая модель преобразуется к дискретному виду или в виде функции Грина. Проводя указанные преобразования, исходная математическая модель теряет часть переменных и как следствие изменяется. Для ее уточнения существуют методы системного анализа, направленные на идентификацию объекта по результатам экспериментальных исследований. Применяя методы многофакторного анализа, появляется возможность идентификации объекта как единого целого. Рассмотрим несколько примеров.

1) *Разработка пространственно-распределенного датчика температурного поля.*

На современном рынке аппаратного обеспечения представлен достаточно большой выбор средств диагностики температурного поля. В качестве основного датчика измерения температуры будем использовать датчик ds18b20 в качестве контроллера управления arduinoMEGA. Для формирования зоны покрытия датчиками будем использовать сетку 7x7. В качестве системы дополнительного питания контроллер RaspberryPi. Объединив все указанные элементы в системы, создадим датчик температуры (рис. 1).

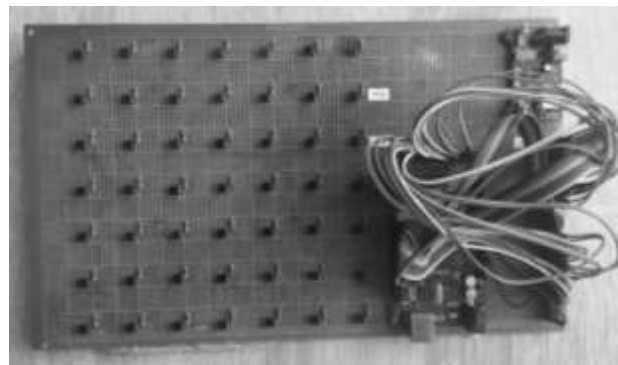


Рис. 1. Датчик температурного поля

В рамках реализации указанного проекта необходимо отметить, что данные получаемые с контроллера поступают последовательно. Легко подсчитать, что каждый датчик имеет задержку и при их большом количестве, задержка между опросом первого и последнего датчика очень велика. Для устранения данного недостатка был применен уникальный программный код, позволяющий считать данные параллельно с нескольких

датчиков, что сократило задержку до 0,2 секунд. Программное отображение формируемого поля продемонстрировано на рис. 2.

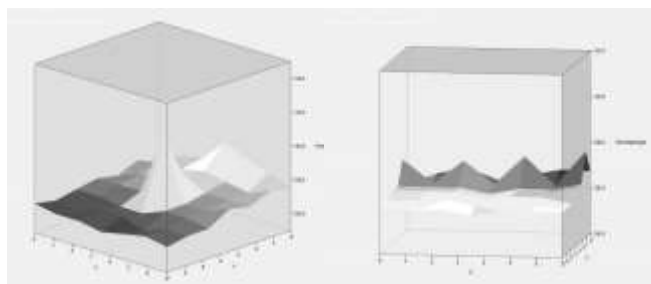


Рис. 2. Общий вид сформированного температурного поля

Таким образом, задача идентификации температурного поля выполнена в полном объеме.

2) Разработка пространственно-распределенного датчика электромагнитного поля.

Основным элементом датчика идентификации электромагнитного поля будем использовать датчик Холла. Для усовершенствования конструкции, соберем схему с использованием мультиплексоров. Указанные изменения позволили избежать перегруза проводов и обеспечить общую стабильность системы. С использованием указанных изменений внешний вид датчика будет выглядеть следующим образом.

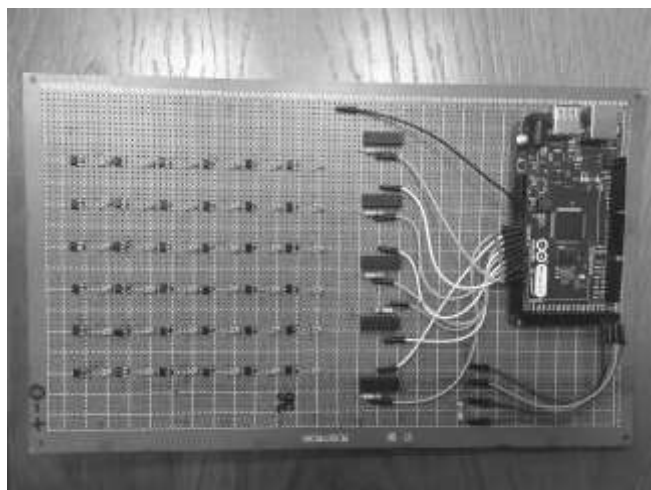


Рис. 3. Датчик электромагнитного поля

Важно отметить, что для отображения электромагнитного поля недостаточно просто видеть его максимальные и минимальные значения. Необходимо рассчитать вектора напряжённости электромагнитного поля. Используя стандартные средства языков программирования, это потребует больших временных затрат. Однако среда Arduino имеет встроенную функцию для подключения к среде Mathcad Simulink. Произведя подключение к среде, сформируем график электромагнитного поля с указанием векторов напряженности. Полученный график представлен ниже:

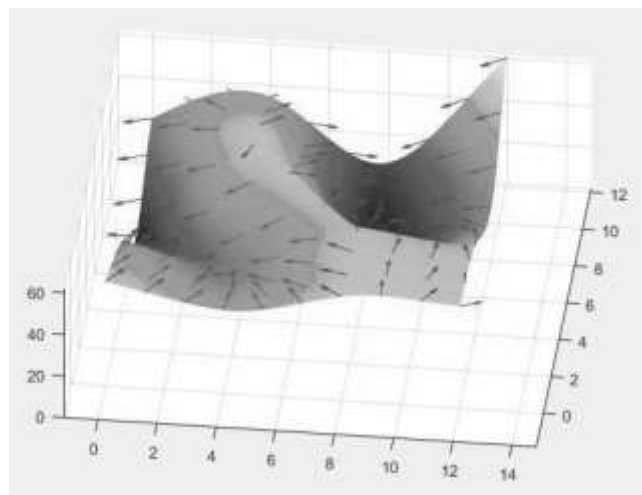


Рис. 4. Общий вид сформированного температурного поля

Таким образом, был создан датчик идентификации электромагнитного поля в пространственно-распределённых объектах.

Аналогично рассматриваемым примерам были созданы датчики вибрации и температурного поля нефтяного потока.

Таким образом, в рамках данного исследования рассмотрена принципиальная возможность получения данных идентифицирующих объект, как объект с распределёнными параметрами. На основе указанных данных появляется возможность более точного описания объекта с помощью методов системного анализа. Однако методы теории системного анализа подразумевают множественные эксперименты в отдельно взятой точке. И нет методов, позволяющих объединить воедино результаты, поступающие с множества датчиков. С.Е. Душин в своих работах отмечает возможность применения для таких задач три подхода.

Первый метод, основанный на получении некоей обобщенной функции, включающей множество подфункций, описывающих состояние в точках в различные моменты. Таким образом, сформированная супер-функция будет описывать множественную регрессию в каждой точке.

Второй метод основан на установлении временного среза по всем точкам. И в этом случае появляется возможность описания объекта в виде распределенного объекта в заданный момент времени. Однако анализ динамического объекта в этом случае представляется затруднительным.

Третий способ заключается в получении многофакторной модели в каждой точке, и на основе их целочисленного решения построение обобщенной модели. В работах И.М. Першина, Г.Е. Веселова выделяется первый подход как основной. Но данный подход подразумевает разработку принципиально нового математического аппарата.

Выбор подхода и методика дальнейших исследований являться предметом дальнейших исследований авторов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Ilyushin, Y.V., Novozhilov, I.M. Temperature Field Control of a Metal Oil-well Tubing for Producing of High-Paraffin Oil //Proceedings of 2020 23rd International Conference on Soft Computing and Measurements, SCM 2020, 2020, p. 149–152, 9198816
- [2] Ilyushin Y., Afanaseva O. Development of a spatial-distributed control system for preparation of pulse gas //International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM, 2020, 2020-August(2.1), p. 475–482
- [3] Ilyushin Y., Afanaseva O. Modeling of a spatial distributed management system of a preliminary hydro-cleaning gasoline steam column// International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM, 2020, 2020-August(2.1), p. 531–538
- [4] Martirosyan K.V., Chernyshev A.B., Martirosyan A.V., Tatyana K.V. Formation of the Anterior Heating Function under the Action of Uniformly Distributed Sources // Proceedings of the 2020 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering, ElConRus 2020, 2020, p. 755–760, 9038947
- [5] Pershin I.M., Papush E.G., Malkov A.V., Kukharova T.V., Spivak A.O. Operational Control of Underground Water Exploitation Regimes //Proceedings of 2019 3rd International Conference on Control in Technical Systems, CTS 2019, 2019, p. 77–80, 8973323
- [6] Martirosyan A.V., Martirosyan K.V., Chernyshev A.B. Calculation of the First Switch-on Time of Distributed Object's Control Action// Proceedings of the 2020 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering, ElConRus 2020, 2020, p. 750–754, 9039348
- [7] Martirosyan A.A., Martirosyan K.V., Chernyshev A.B. Application of Fourier series in distributed control systems simulation //Proceedings of the 2019 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering, ElConRus 2019, 2019, p. 609–613, 8656865
- [8] Kirsanova N., Lenkovets O., Hafeez M. Issue of accumulation and redistribution of oil and gas rental income in the context of exhaustible natural resources in arctic zone of russian federation// Journal of Marine Science and Engineering, 2020, 8(12), p. 1–19, 1006
- [9] Kirsanova N.Yu. Assessment of socio-economic development level of single-industry cities in arctic zone of Russian Federation// International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM, 2020, 2020-August(5.2), p. 75–82
- [10] Vasilenko N., Khaykin M., Kirsanova N., Lapinskas A., Makhova L. Issues for development of economic system for subsurface resource management in russia through lens of economic process servitization//International Journal of Energy Economics and Policy, 2020, 10(1), p. 44–48
- [11] Kirsanova N.Y., Lenkovets O.M. Influence of railroad industry on social and economic development of Russia //International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM, 2019, 19
- [12] Golovina E.I., Problems of groundwater extraction from transboundary aquifers and complexes / IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, № 151, V 4, 2018. P. 1-8. DOI: 10.1088/1755-1315/151/1/012007
- [13] Pashkevich N.V., Golovina E.I., Tarabarinova T.A., Problems of reflecting information on subsoil assets in International Financial Reporting Standards / Academy of Strategic Management Journal, № 17, V 3, 2018. pp. 1 - 9.
- [14] Chvileva T.A., Golovina E. I., Publication of reporting of metallurgical companies in context of the concept of corporate sustainable development / Journal of Industrial Pollution Control, № 33, V. 1, 2017. P. 926-930.