

6. Шакаров Д.Е. Эффективность оповещения о ЧС с помощью громкоговорителей и и широкоэмитальных сообщений // Журнал Т-Comm. – 2010. – № 10. – С. 137-140.
7. Шакаров Д.Е., Калашников А.А. О методе расчета вероятности оповещения населения в критических ситуациях при использовании нескольких систем оповещения. Т. 1. – Владимир: ВГУ, 2013. – С. 126-129.
8. Туляков Ю.М. Эффективность взаимодействия сотовой и «широкоэмитальной» систем связи // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2010. – № 5 (106). – С. 207-215.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор А.М. Белевцев.

Туляков Юрий Михайлович – Волго-вятский Филиал Московского технического университета связи и информатики (МТУСИ); e-mail: yu.m.tulyakov@rambler.ru; 603006, Нижний Новгород, ул. Ошарская, 15, кв. 15; тел.: 89107901111; кафедра обще профессиональных дисциплин; к.т.н.; доцент; зав. кафедрой.

Шакаров Дмитрий Евгеньевич – ЗАО «Радиотел»; e-mail: dimashakarov@mail.ru; 603043, Нижний Новгород, ул. Комсомольская, 17, кв. 41; тел.: 89200514751; ст. инженер.

Калашников Алексей Александрович – ЗАО «НСС»; e-mail: AKalashnikov@ncc-volga.ru; 603163, Нижний Новгород, Казанское шоссе, 1, кв. 174; тел.: 89519010084; нач. отдела.

Tulyakov Yuri Mihaiylovich – Volgo-vjatskogo of Branch of the Moscow technical university of communication and informations (MTUCI); e-mail: yu.m.tulyakov@rambler.ru; 15 – 15, Osharskaja street, N. Novgorod, 603006, Russia; phone: +79107901111; the department of general professional disciplines; cand. of eng. sc; associate professor; head the department.

Shakarov Dmitriy Evgen'evich – JSC «Radiotel»; e-mail: dimashakarov@mail.ru; 17 – 41, Komsomolskaja street, N. Novgorod, 603043, Russia; phone: +79200514751; engineer.

Kalashnikov Aleksey Alexandrovich – JSC «NCC»; e-mail: AKalashnikov@ncc-volga.ru; 1 – 174, Kazanskoye Highway, N. Novgorod, 603163, Russia; phone: +79519010084; head of department.

УДК 004.942

С.В. Песоченко, О.Н. Пьявченко, О.А. Усенко

МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕТРИК ЕВКЛИДА И ХЭММИНГА В РЕАЛЬНОМ РЕЖИМЕ ВРЕМЕНИ

Определение состояния объекта является одной из основных задач в системах управления. Точность и достоверность определения состояния объекта зачастую определяют точность работы всей системы. В докладе рассматривается ситуация определения состояния объекта по нескольким изменяющимся переменным. Данный способ наиболее эффективен, так как для определения состояния сложного объекта недостаточно анализировать одну переменную. В докладе используется метод построения сигнальных функций для определения состояния объекта по нескольким параметрам. В докладе рассматривается построение сигнальных функций на основании метрик Евклида и Хэмминга. Было проведено моделирование, при котором строились метрики Евклида и Хэмминга при одинаковых исходных данных. Модель имитирует поступление информации с датчиков в реальном режиме времени. При анализе результатов моделирования различных ситуаций было выявлено, что метрика Хэмминга более чувствительна к входным параметрам. Результаты моделирования приведены в докладе. Также в докладе приведены преимущества использования метода сигнальных функций на основании метрик Евклида и Хэмминга при определении состояния объекта.

Моделирование; определение состояния; метрики; сигнальные функции; системы управления.

S.V. Pesochenko, O.N. Piavchenko, O.A. Usenko

MODELING EUCLIDEAN METRIC AND METRIC OF HEMMING IN REAL TIME

Statusing of the object – major task in the control system. Accuracy and reliability of statusing of the object frequently define accuracy of whole system. In the report considered situation statusing of the object with using several variable. This method more efficient because analyze of the one variable is not sufficient for statusing of compound object. In this report considered definition signal functions under Euclidean metric and metric of Hemming. Modeling was perform in which for definition of each metrics was using the same source data. Model simulate entering of data in real time. During analysis of simulation results was defined that metric of Hamming more sensory with input variable. Results of simulating you can find in this report. Also in report show advantage of using signal function method under Euclidean metric and metric of Hamming for statusing of the object.

Modeling, simulation; statusing; metrics; signal functions; control systems.

Состояние – это термин, обозначающий множество стабильных значений переменных параметров объекта. Состояние описывает переменные свойства объекта. Состояние объекта характеризуется переменными состояниями, которые изменяются во времени. В естественных процессах такими переменными могут выступать температура, плотность определенного вещества в организме и т.д. Для технических объектов это механические перемещения (угловые или линейные) и их скорость, электрические переменные, температуры и т.д.

Чтобы провести оценку состояния объекта, необходимо анализировать текущее состояние его параметров. При этом можно проводить оценку состояния по одному характерному параметру или использовать несколько параметров. Анализ состояния по нескольким параметрам может дать более достоверные результаты, так как совокупность параметров будет давать более полное представление о состоянии объекта.

Существуют различные способы определения состояния объекта и последующего его регулирования.

Один из способов – использование искусственной нейронной сети. Искусственные нейронные сети – это сети, основанные на параллельной обработке информации всеми звеньями. Они обладают способностью к обучению и обобщению накопленных знаний. Натренированная на ограниченном множестве данных сеть способна обобщать полученную информацию и показывать хорошие результаты на данных, не использовавшихся в процессе обучения. Нейронные сети широко применяются для решения сложных практических задач. Примером такой задачи служит медицинская диагностика, где сеть может учитывать большое количество числовых параметров (энцефалограмма, давление, вес и т.д.).

Другим способом определения состояния объекта является использование нечетких множеств. Нечеткое множество – это такое множество, которое содержит совокупность элементов произвольной природы. Причем относительно этих элементов нельзя с полной определенностью сказать – принадлежит или не принадлежит тот или иной элемент рассматриваемой совокупности данному множеству. Именно нечеткое управление оказывается наиболее полезным, в том случае если технологические процессы являются слишком сложными для анализа с помощью общепринятых количественных методов или когда исходная информация интерпретируется неточно, неопределенно.

Рассмотрим для примера систему управления с оценкой состояния оператора. Оператор играет важную роль в функционировании системы управления – от его действий зависит то, какие процессы система управления будет выполнять. По-

этому важно следить за состоянием оператора и в случае опасной ситуации (засыпание, переутомление) предпринимать меры по регулированию системы управления. Состояние оператора характеризуют различные параметры (частота пульса, поза и т.д.). Проводить оценку состояния оператора можно по одному из этих параметров, но для того чтобы добиться более достоверного результата, можно определять состояние по совокупности нескольких параметров.

Для оценки состояния объекта по нескольким параметрам воспользуемся сигнальными функциями, построенными на основании метрик Хэмминга и Евклида. Эти сигнальные функции можно применять для оценки объекта, который изменяется во времени по заранее неизвестному закону.

Пусть имеются N однородных некоррелированных параметров, нормированных на заданном интервале. Каждая i -я переменная состояния объекта $f_i(t)$ является медленно меняющейся, не имеет точек разрыва и изменяется в диапазоне (f_{\min}, f_{\max}) . (1)

Каждая переменная в каждый момент времени может попадать в одну из зон, показанных на рис 1.

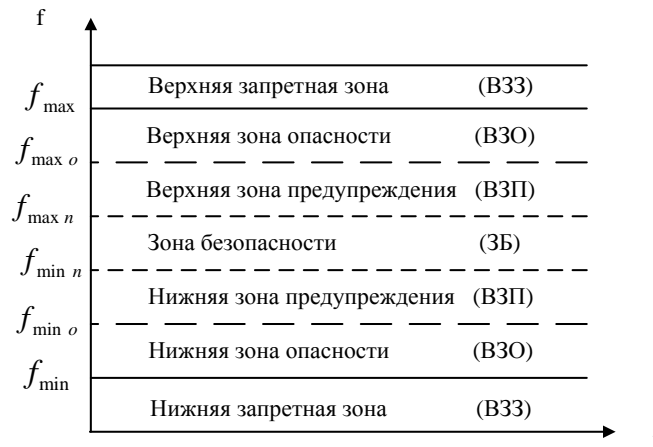


Рис. 1. Зоны изменения переменной состояния объекта

Для оценки состояния объекта необходимо в каждый момент времени выполнить следующие действия:

- ◆ Определить, в какие зоны попадают параметры;
- ◆ вычислить значение сигнальной функции;
- ◆ проанализировать текущее и предыдущее значение сигнальной функции;
- ◆ дать рекомендации о регулировании состояния объекта.

Формирование различных видов сигнальной функции S базируется на едином подходе – комплексирование аддитивной свертки с весовыми коэффициентами α_i .

1) на основе метрики Хэмминга

$$S_t = \sum_{i=1}^N |x_{itek} - f_{\max n}| \alpha_i + \sum_{i=1}^N |f_{\min n} - x_{itek}| \alpha_i, \quad (2)$$

2) на основе евклидовой метрики

$$S_t = \sum_{i=1}^N (x_{itek} - f_{\max n})^2 \alpha_i + \sum_{i=1}^N (f_{\min n} - x_{itek})^2 \alpha_i, \quad (3)$$

где α_i – весовые коэффициенты, отражающие значимость i -го контролируемого параметра; N_n – количество значений, вышедших за пределы нижней допусковой зоны; N_v – количество значений, вышедших за пределы верхней допусковой зоны.

При этом следует отметить, что если параметр принадлежит зоне безопасности, то соответствующее слагаемое в (2) или (3) принимается равным нулю, поскольку сигнальные функции предназначены для оценки отклонения контролируемого параметра от допусковых пределов.

Значения коэффициентов α_i выбираются на основе предшествующего опыта контроля объекта или назначаются экспертным путем. Значение α_i может приниматься фиксированной величиной или динамически изменяющейся в зависимости от степени отклонения от границ допусковой зоны.

Полученная сигнальная функция будет характеризовать состояние объекта во времени. Чем больше значение сигнальной функции, тем больше состояние объекта отличается от нормального. Зоны, в которые может попадать сигнальная функция, показаны на рис. 2.

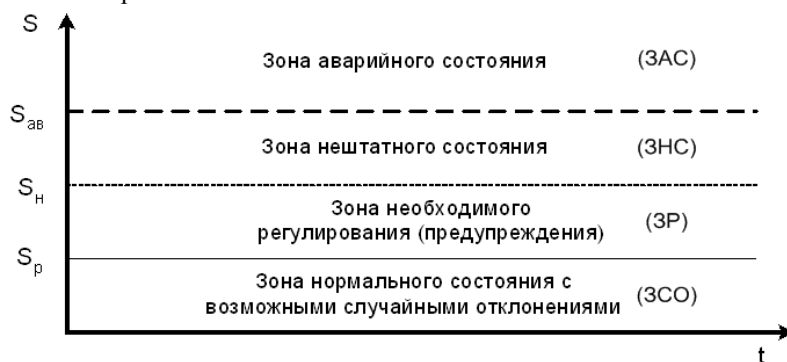


Рис. 2. Зоны изменения диагностической функции

1) если $S_t = 0$, то оператор находится в нормальном состоянии, штатный режим;

2) если $0 < S_t < S_p$, то возможны случайные отклонения от нормального состояния:

а) если $0 < S_t < S_p$ и $S_t < S_{t-1}$, то наблюдаются отклонения от нормального состояния, возможен выход за допустимые пределы;

б) если $0 < S_t < S_p$ и $S_t > S_{t-1}$, то наблюдаются отклонения от нормального состояния с тенденцией к ухудшению состояния, необходимы предупреждающие воздействия;

3) если $S_p < S_t < S_n$, то один или несколько параметров достигли зоны предупреждения $f_{max o} > f_i \geq f_{max n}$, или $f_{min n} \geq f_i > f_{min o}$, состояние объекта требует регулирования;

4) если $S_n < S_t < S_{ав}$, то один или несколько параметров достигли зоны опасности $f_{max} > f_i > f_{max o}$ или $f_{min o} \geq f_i > f_{min}$, наблюдается нештатная ситуация;

5) $S_t > S_{ав}$, то один или несколько параметров достигли запретной зоны $f_i \geq f_{max}$, $f_i \leq f_{min}$ – аварийное состояние объекта.

Для моделирования расчета сигнальных функций по метрикам Евклида и Хэмминга по трем параметрам изменения состояния оператора была разработана программа на Delphi 7. Программа считывает значения параметров из файлов data_1.txt, data_2.txt и data_3.txt, в которые записываются значения, считанные с датчиков. Программа поочередно считывает значения параметров из файлов и рассчитывает значение сигнальной функции по формулам 2 и 3. На первой вкладке программы пользователь может задать границы зон изменения состояний объекта, а также весовой коэффициент для каждого параметра.

Первая страница программы представлена на рис. 3.

Рис. 3. Первая страница программы

При переходе на вторую страницу программы происходит динамический процесс построения графиков изменения входных переменных и сигнальных функций по метрике Хэмминга и Евклидовой метрике. Вторая страница программы показана на рис. 4.

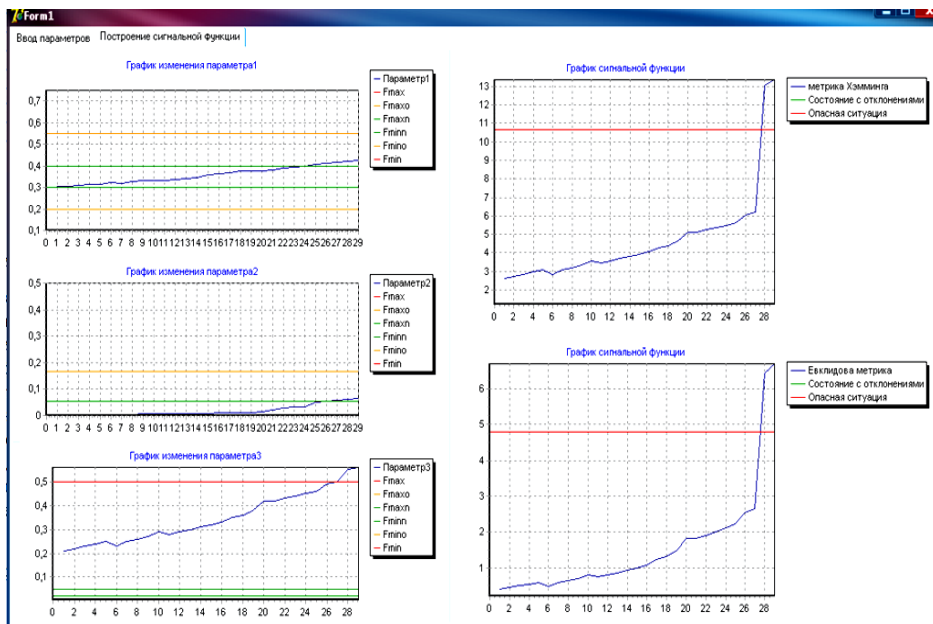


Рис. 4. Вторая страница программы

Программа позволяет промоделировать различные состояния объекта, изменяя значения параметров в различные моменты времени, границы зон и весовые коэффициенты. С помощью программы можно выбрать, какая из сигнальных функций предпочтительнее для конкретного случая контроля объекта.

При моделировании сигнальных функций с одинаковыми весовыми коэффициентами характер изменения сигнальных функции не поменялся относительно моделирования с различными весовыми коэффициентами, однако, если в случае с различными весовыми коэффициентами находятся в зоне опасной ситуации, а также превышают её и попадают в зону аварийной ситуации, сигнальные функции находятся только в зоне опасной ситуации и не попадают в зону аварийной ситуации. Можно сделать вывод, что весовые коэффициенты характеризуют, какой вклад в формирование сигнальной функции вносит каждый параметр.

Рассмотрим несколько случаев. Промоделируем случай, при котором первые два параметра не изменяются, а третий изменяется по закону e^x . Промоделируем случай, при котором первый параметр не изменяется, второй изменяется случайным образом, а третий изменяется по закону e^x . Результаты моделирования показали, что сигнальные функции изменились, что означает, что каждый параметр вносит свой вклад в формирование сигнальной функции. Также видно, что чем больше изменяется параметр, тем больший вклад он вносит в формирование сигнальной функции.

Чувствительность – это зависимость динамических свойств объекта или системы от изменения его или её параметров и характеристик. По результатам моделирования можно определить, какая из метрик и по какому параметру чувствительнее. Выводы по результатам проведенного моделирования можно занести в табл. 1.

Таблица

Результаты моделирования

Параметр	Метрика Хэмминга	Метрика Евклида
Чувствительность к изменению весового коэффициента	Больше	Меньше
Чувствительность к изменению одного контролируемого параметра	Больше	Меньше
Чувствительность к изменению двух контролируемых параметров	Больше	Меньше

Из таблицы видно, что метрика Хэмминга предпочтительнее при определении состояния объекта, так как она чувствительнее чем метрика Евклида к изменению весовых коэффициентов и к изменению наблюдаемых параметров.

Для решения задачи контроля состояния объекта в динамическом режиме в работе предложен подход, основанный на комплексировании значений контролируемых параметров в виде аддитивной взвешенной свертки на основе метрик Евклида и Хэмминга. Основными преимуществами такого подхода являются:

- 1) отсутствие необходимости принятия решения по каждому контролируемому параметру в отдельности;
- 2) использование детерминированной процедуры для неоднозначных ситуаций, когда часть контролируемых параметров лежит в пределах допусковых зон, а часть – вышла за допустимые пределы;
- 3) относительная простота вычислений;
- 4) с помощью варьирования значений весовых коэффициентов возможно учитывать как важность одного контролируемого параметра по отношению к другому, так и степень отклонения каждого контролируемого параметра от допусковых пределов.

Основные сложности использования аддитивных сверток связаны с назначением весовых коэффициентов. Для этого были проведены эксперименты, основанные на компьютерном моделировании. Проведенные эксперименты позволяют определять и уточнять значения весовых коэффициентов, а также при необходимости корректировать границы допусковых зон.

Сравнительный анализ сигнальных функций на основе метрик Евклида и Хэмминга показал, что сигнальная функция на основе метрики Хэмминга возрастает более резко, если значения отклонений параметров больше единицы, и дает более сглаженные значения, если отклонения меньше единицы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Пьявченко О.Н.* Задачи первичной и вторичной обработки сигналов в локальных микрокомпьютерных системах. – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2008. – 85 с.
2. *Мякишев Г.Я.* Общая структура фундаментальных физических теорий и понятие состояния // Физическая теория. – 1980. – С. 420-436.
3. *Малин А.С., Мухин В.И.* Исследование систем управления: Учебник для вузов. – М.: МГУ, 2002. – 400 с.
4. *Осовский С.* Нейронные сети для обработки информации. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 344 с.
5. *Круглов В.В., Дли М.И., Голунов Р.Ю.* Нечеткая логика и искусственные нейронные сети. – М.: Изд-во физ.-мат. лит-ры, 2001. – 224 с.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор В.А. Петраков.

Песоченко Светлана Валерьевна – Южный федеральный университет; e-mail: svetlana_pesochenko@mail.ru; 347900, г. Таганрог, ул. Петровская, 81; тел.: 89508511361; кафедры микропроцессорных систем; магистрант.

Пьявченко Олег Николаевич – e-mail: kafmps@tppark.ru; тел.: 88634328052; кафедра микропроцессорных систем; д.т.н.; профессор.

Усенко Ольга Александровна – кафедра микропроцессорных систем; доцент.

Pesochenko Svetlana Vaker'evna – Southern Federal University; e-mail: svetlana_pesochenko@mail.ru; 81, Petrovskaya street, Taganrog, 347900, Russia; phone: +79508511361; the department of microprocessor systems; master.

Puavchenko Oleg Nikolaevich – e-mail: kafmps@tppark.ru; phone: +78634328052; the department of microprocessor systems; dr. of eng. sc.; professor.

Usenko Ol'ga Alexandrovna – the department of microprocessor systems; associate professor.

УДК 681.3.01

С.И. Клевцов, Н.С. Петров

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИТУАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ ТОПОЛОГИЕЙ ПОДСИСТЕМЫ СБОРА И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ ДАТЧИКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЕТЕЙ ПЕТРИ

Разработана математическая модель ситуационного управления топологией подсистемы сбора и обработки информации датчиков в составе распределенной системы сбора и обработки данных технического объекта, позволяющая обеспечить программное изменение топологии каналов передачи и схем обработки информации в подсистеме при возникновении нештатной ситуации в каналах сбора и узлах обработки данных. Модель определяет процедуры ситуационного управления топологией подсистемы и их последова-