

ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ УСТРОЙСТВ С НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКОЙ НА ОСНОВЕ РЕАЛИЗАЦИИ ВЗАИМОСВЯЗАННЫХ КОЛЕБАНИЙ В СИСТЕМАХ С КОНЕЧНЫМ ЧИСЛОМ СТЕПЕНЕЙ СВОБОДЫ

А.В. Балыков, А.О. Тицнер, В.Н. Седалищев

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова
г. Барнаул

Сложность современного уровня развития производства приводит к тому, что обслуживающий персонал не всегда способен своевременно и адекватно оценить значимость сложившейся ненормальной ситуации или неполадки в оборудовании. Это может привести к нарушению технологического процесса или даже к возникновению аварийных ситуаций.

В некоторых случаях требуется обрабатывать и анализировать информацию, поступающую от нескольких датчиков, причем данные должны находиться в строго заданных диапазонах, которые зависят от результатов других измерений. Часто датчики работают в экстремальных условиях, характеризующихся наличием сильных тепловых, механических и других неблагоприятных воздействий на чувствительные элементы измерительных преобразователей. В связи с тем, что используемые для этих целей датчики контроля чаще всего выдают измерительную информацию с большой степенью неопределенности, как по вине самих измерительных устройств, так и по причине нестабильности контролируемого параметра, принятие решений может быть основано на использовании понятий нечеткой логики. Задачи подобного типа стимулировали развитие систем с искусственным интеллектом, искусственных нейронных сетей [1].

Например, для целей автоматизации технологических процессов в энергетике, химическом производстве наилучшим решением может явиться использование контроллеров с нечеткой логикой. В частности, представляет интерес исследование возможности создания контроллеров с нечеткой логикой на основе реализации режимов, связанных колебаний в системах с конечным числом степеней свободы. Как известно из теории колебаний [2], в таких системах могут устанавливаться сложные режимы взаимосвязанных колебаний между отдельными осцилляторами. Причем реальные колебательные системы характеризуются наличием гистерезиса,

требующего дополнительных затрат энергии для перевода системы из одного устойчивого состояния в другое. Изменяя соотношение амплитуд колебаний резонаторов, подбирая соответствующим образом их резонансные частоты, можно реализовать определенный алгоритм реакции такой сложной колебательной системы на изменение входных управляющих параметров. Разработка устройств для обработки первичной измерительной информации, основанных на управлении режимами связанных колебаний в системах с конечным числом степеней свободы, может послужить основой разработки нового поколения систем контроля и управления, предназначенных для автоматизации производств с экстремальными условиями эксплуатации как непосредственно для самих первичных измерительных преобразователей, так и каналов передачи данных, устройств обработки информации.

Главным элементом таких устройств может являться колебательная система с конечным числом степеней свободы состоящая, например, из акустически и электрически взаимосвязанных пьезорезонаторов, возбуждаемых в режиме автоколебаний от отдельных генераторов. Как известно из теории колебаний, точный анализ динамики поведения такой сложной системы является достаточно трудной задачей. В реальных колебательных системах при определенных условиях могут устанавливаться недетерминированные, стохастические процессы, в основе которых лежат бифуркационные процессы взаимодействия осцилляторов между собой. Поэтому для описания их поведения может быть применима вероятностная модель, использован статистический подход к обработке результатов экспериментов.

При обеспечении условий сильной связанности между осцилляторами в колебательной системе может установиться режим синхронизма, характеризующийся стабильностью частоты колебаний. При слабой связанности в системе преобладает асинхронный

режим взаимодействия между осцилляторами, характеризующийся нестабильностью частот, амплитуд и фаз колебаний отдельных осцилляторов. В результате воздействия измеряемым параметром на такую колебательную систему изменяются ее выходные характеристики.

Например, при использовании взаимодействующих пьезорезонаторов выходными параметрами измерительного преобразователя могут служить: разность фаз (α) и отношение выходных напряжений, снимаемых с генераторных обкладок пьезоэлементов (χ), частота биения колебаний (Ω); глубина амплитудной модуляции (m'), разность числа синфазных и противофазных колебаний за период биения колебаний (ΔN) и другие параметры связанных колебаний [3-5]. Аналитические зависимости для данных параметров удобно выразить с использованием ко-

эффициентов связанности ($\sigma \approx \frac{\gamma}{\xi}$) и взаи-

модействия ($\lambda = \frac{\gamma \aleph}{\xi}$):

$$\alpha = \arccos \frac{1}{\lambda}, \quad \chi = \frac{1 \pm \sqrt{1 + (\sigma)^2}}{\sigma},$$

$$\Omega_s \approx \Delta n \sqrt{1 - \lambda^2},$$

$$m' \approx \frac{1 - \frac{2}{\pi} \arctg \frac{\lambda}{\sqrt{1 - \lambda^2}}}{\frac{\sqrt{1 - \lambda^2}}{\lambda} + \frac{2}{\pi} \arctg \frac{\lambda}{\sqrt{1 - \lambda^2}}},$$

$$\Delta N = \frac{2}{\pi \xi \sqrt{1 - \lambda^2}} \arctg \frac{\lambda}{\sqrt{1 - \lambda^2}},$$

где γ – коэффициент связи колебательной системы;

ξ – коэффициент относительной расстройки частот;

\aleph – коэффициент относительной расстройки амплитуд колебаний.

При реализации режимов связанных колебаний между взаимодействующими пьезорезонаторами устанавливается определенная иерархия взаимодействий, существуют ведущие и ведомые осцилляторы. Поэтому на основе таких устройств можно реализо-

вать функциональные преобразователи, способные выполнять определенный набор математических операций: суммировать сигналы, определять разность и отношение между ними, перемножать, делить и т.п. Для этой цели потребуется производить измерение отношений выходных напряжений на соответствующих обкладках пьезорезоэлементов, определять глубину амплитудной, фазовой и частотной модуляции связанных колебаний, фильтровать отдельные гармоники и т.п.

Как известно из теории колебаний, такие сложные динамические системы, состоящие из большого числа взаимодействующих осцилляторов, способны формировать очаги хаоса и порядка в системе. Это связано с тем, что осцилляторы могут накапливать и отдавать энергию, взаимодействуя с другими осцилляторами, образовывать синхронизированные ансамбли осцилляторов и т.п. В результате этого будет происходить изменение структуры измерительных и функциональных преобразователей, что, в свою очередь, обусловит возможность модификации реализуемых ими функции. Число комбинаций состояний системы резко возрастает при увеличении числа взаимодействующих осцилляторов. Такие системы могут изменяться во времени, в связи с этим представляет интерес исследование возможности использования определенных комбинаций областей синхронизма для решения логических задач методами нечеткой логики. Взаимодействие между осцилляторами сопровождается наличием гистерезиса изменения выходных параметров системы при изменении ее входных параметров. Это позволяет реализовать на их основе не только математический аппарат с нечеткой логикой, как результат нелинейности такой системы, но и обеспечить ее устойчивость при резких изменениях входных величин, например, в результате возникновения переходных и других динамических, быстропротекающих процессах.

Таким образом, использование опыта и умения специалистов внесения в механизм функционирования устройств данного типа определенных закономерностей позволит учитывать нелинейность, искажения, нестабильность и деградацию датчиков. Благодаря особенностям нечеткой логики, предоставляется возможность отказаться от необходимости в разработке строгой математической модели для систем автоматического управления сложными технологическими процессами.

Очевидно, к достоинствам устройств

ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ УСТРОЙСТВ С НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКОЙ НА ОСНОВЕ РЕАЛИЗАЦИИ ВЗАИМОСВЯЗАННЫХ КОЛЕБАНИЙ В СИСТЕМАХ С КОНЕЧНЫМ ЧИСЛОМ СТЕПЕНЕЙ СВОБОДЫ

данного типа можно отнести простоту конструкции, высокое быстродействие, способность адекватно реагировать на нестандартные ситуации, возможность использования их в экстремальных условиях эксплуатации. По характеру поведения и выполняемым функциям устройства данного типа могут быть отнесены к простейшим искусственным нейронным сетям.

Список литературы

1. Джексон Р.Г. Новейшие датчики / Р.Г Джексон. – М.: Техносфера, 2007. – 384 с.
2. Мигулин В.В. Основы теории колебаний / В.В. Мигулин, В.В. Медведев, Е.Р Мустель., В.Н. Парыгин – М.: Наука, 1988. – 329 с.
3. Седалищев В.Н. Физические основы пьезорезонансных МСК-датчиков / В.Н. Седалищев – Барнаул: АлтГТУ, 1997. – 44 с.
4. Кривобоков Д.Е. МСК-датчик с тремя степенями свободы / Д.Е. Кривобоков, В.Н Седалищев// Материалы 1-й Всероссийской научно-практической конференции «Измерения, автоматизация и моделирование в промышленности и научных исследованиях».– Бийск, 2000.– С. 202 – 204.
5. Седалищев В.Н. Высокочувствительные пьезорезонансные датчики с использованием связанных колебаний для экстремальных условий эксплуатации: монография / В.Н. Седалищев, О.И. Хомутов; Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2006. – 184 с.