

К ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИИ ГЕНЕРАТОРА ДЕТЕРМИНИРОВАННОГО ХАОСА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ДАЛЬНОСТИ

Е.В. Ершова, Е.М. Патрушев, Т.В. Патрушева

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

Статья посвящена применению генератора хаоса в проектировании датчика измерения дальности в робототехнике. Выявлена проблема одновременной работы нескольких роботов в непосредственной близости друг от друга. Показано, что последовательность максимальной длины может применяться, хотя лучшим решением будет использование хаотического сигнала, поскольку, в отличие от последовательностей максимальной длины, генератор хаоса может выработать бесконечное множество хаотических сигналов, при том что какая-либо дополнительная модуляция не требуется. Поскольку такая технология на сегодняшний день недостаточно хорошо изучена, лишь были представлены только теоретические предпосылки создания таких датчиков, то это дает необходимость в дальнейших исследованиях этого вопроса.

Ключевые слова: генератор хаоса, измерение дальности.

В шестидесятых годах XX века был открыт детерминированный хаос, который является одним из самых значительных научных открытий. Если рассматривать детерминированную систему, то можно увидеть, что отсутствие любых случайных воздействий на нее не гарантирует детерминированность, поскольку система все же может вести себя непредсказуемо. Но даже у непредсказуемости (или хаотичности) можно найти закономерности. Соответственно, при нахождении таковых, можно смело говорить о том, что это не является случайностью. Явление детерминированного хаоса присуще многим наукам, таким как физика, математика, история, экономика, социология, медицина и т.д. Весь естественный мир погружен в хаос. Хаотический режим в некоторых системах является более типичным режимом, чем регулярный предсказуемый режим. К тому же, логично заметить, что детерминированный хаос присущ только нелинейным динамическим системам.

Информационные технологии развиваются сейчас по разным направлениям. В частности, перспективным направлением является исследование шумоподобных сигналов, поскольку они, например, могут обеспечивать маскировку, что имеет место в военной технике, а также в системах защиты информации. Если рассматривать сигналы, которые могут применяться для незаметного зондирования, то можно рассмотреть и псевдослу-

чайные сигналы, генерируемые последовательностью максимальной длины. Отличие от хаотического детерминированного сигнала состоит в том, что последовательность максимальной длины имеет свои ограничения, и построить бесконечное множество таких сигналов просто невозможно, тогда как генератор детерминированного хаоса с этим превосходно справляется. К хаотическому сигналу применим так называемый «эффект бабочки», а именно существенная зависимость от начальных условий, что является чертой, присущей хаотической динамике. Заметим, что феномены естественного мира устроены достаточно сложно, и представить традиционными методами математического анализа их так же трудно. Но все же аттрактор Лоренца может наглядно продемонстрировать так называемую «хаотическую динамику» (рисунки 1, 2) [3]. Уравнения для аттрактора Лоренца имеют следующий вид:

$$\begin{aligned}\dot{x} &= -\sigma(x - y), \\ \dot{y} &= rx - y - xz, \\ \dot{z} &= xy - bz.\end{aligned}$$

Хаотический сигнал имеет широкий спектр, что дает преимущество для распространения спектра системами, построенными на базе псевдослучайных генераторов, которые, в свою очередь, имеют высокую помехозащищенность. К тому же, сигналы являются детерминированными, не случайными, что дает возможность синхронизации, которая

обеспечивает безопасность от несанкционированного доступа[2].

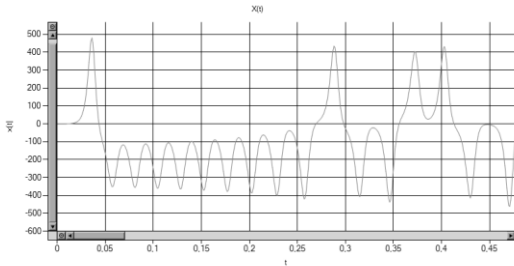


Рисунок 1 – Пример эволюции динамической переменной x при численном моделировании аттрактора Лоренца при $\sigma = 262$, $r = 593.97$, $b = 100$, время = 4.0, шаг = 0,001

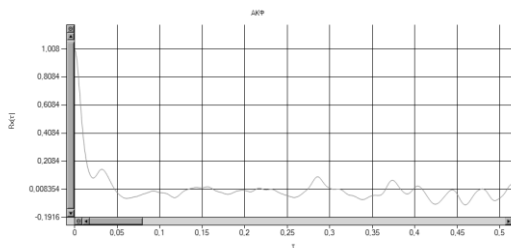


Рисунок 2 – Автокорреляционная функция для динамической переменной x аттрактора Лоренца при $\sigma = 262$, $r = 593.97$, $b = 100$, время = 4.0, шаг = 0,001

Эти преимущества хаотического детерминированного сигнала вызывают особый интерес для их исследования. Поскольку все информационные системы в настоящее время используют все более сложные сигналы для передачи и приема информации, то имеет смысл исследовать детерминированный хаос, так как никаких специфических параметров для построения, передачи и приема такого сигнала не требуется.

Использование детерминированного хаотического сигнала может применяться для измерения дальности в робототехнике, которая на сегодняшний день имеет очень широкое развитие. Поскольку количество роботов повсеместно увеличивается, то перед инженерами ставится задача одновременной работы нескольких роботов таким образом, чтобы они не мешали друг другу, при этом их не нужно делать разными. Роботы используют систему для определения расстояния, включающую преобразователь для генерирования и передачи сигнала, отправляемого в направлении препятствия, и для получения сигнала, соответствующего эхо-сигналу, создаваемому отражением сигнала передачи от

препятствия (рисунок 3). Излучающий преобразователь управляется генератором хаоса. Система также включает в себя коррелятор для корреляции отправленного и полученного сигналов. Именно корреляционная функция позволяет определить расстояние от объекта (в данном случае – робота) до препятствия, которыми также могут быть роботы. Передаваемый сигнал может быть в виде коротких прямоугольных импульсов, моменты появления которых, определяются генератором хаоса[1]. Кроме этого отметим, что сигнал от генератора хаоса может быть использован для излучения непосредственно, без какой-либо модуляции. Это может быть обеспечено выбором режима хаотического движения таким образом, чтобы обеспечивалась требуемая полоса частот.

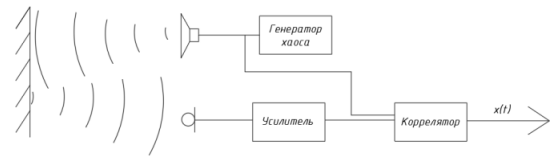


Рисунок 3 – Система для определения расстояния с использованием генератора хаоса

На сегодняшний день технология использования генератора хаоса дает возможность одновременной работы множества роботов независимо друг от друга, однако она все еще остается слабо проработанной, поэтому ее исследование является приоритетным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. US Patent №6738313 I.Fortuna, A. Rizzo, M. Frasca, M. Branciforte, M. Bartolone System for detecting distances using chaotic signals // US Patent №6738313 . –2003. – P.11
2. Sobhy M. I. Chaotic Radar Systems / M.I. Sobhy, A.R. Shehata // Microwave Symposium Digest. IEEE MTT-S International. – 2000.– P.1701-1704.
3. Willsey M.S. Selecting the Lorenz Parameters for Wideband Radar Waveform Generation / M.S.Willsey, K.M.Cuomo, A.V. Oppenheim // International journal of bifurcation and chaos. – 2010. – P.12

Ершова Елена Владимировна – магистрант, e-mail: indigo23-21@mail.ru тел: +7 905 926 7023; Патрушев Егор Михайлович – кандидат технических наук, доцент, e-mail: attractor@list.rutел: +7 913 021 5147; Патрушева Татьяна Васильевна – старший преподаватель, e-mail: patrucheva_t@mail.rutел: +7 961 234 9729.