

МЕТОД ДИСКРЕТИЗАЦИИ АНАЛОГОВОГО СИГНАЛА НА ОСНОВЕ ПОНИЖАЮЩИХ РАЗМЕРНОСТЬ НЕРАСШИРЯЮЩИХ КОМПАКТНЫХ РАВНОМЕРНО НЕПРЕРЫВНЫХ ОТОБРАЖЕНИЙ

Федоров Е. Е., доктор технических наук, доцент

Донецкая академия автомобильного транспорта, г. Донецк, Украина

В настоящее время широкое распространение получают компьютерные системы классификации объектов и диагностики их состояния. Важную роль для этих систем играет проблема построения эффективных методов, которые обеспечивают высокую вероятность, адекватность и скорость дискретизации аналогового сигнала.

В работах, связанных с цифровой обработкой сигнала, теоретические положения функционального анализа не применяются к дискретизации аналоговых сигналов. Таким образом, возникает необходимость в разработке методов, использующих подходы функционального анализа для дискретизации аналогового сигнала.

Целью работы является создание метода дискретизации аналогового сигнала на основе понижающих размерность нерасширяющих компактных равномерно непрерывных отображений, действующих в компактных метрических пространствах.

Для решения поставленной задачи в работе осуществляется:

- построение множеств непрерывных ограниченных функций;
- построение понижающих размерность непрерывных отображений, для множеств непрерывных ограниченных функций;
- построение компактных польских пространств;
- построение понижающих размерность нерасширяющих компактных и равномерно непрерывных отображений, действующих в компактных польских пространствах;
- построение модели дискретизации.

Модель дискретизации представлена в виде функционала

$$f_{\varepsilon r} = F(f, \varepsilon, r),$$

где f — аналоговый сигнал, ε — шаг дискретизации по времени в секундах, r — количество разрядов (бит) для одного значения сигнала.

Функционал $f_{\varepsilon r}$ представляет собой композицию функций

$$f_{\varepsilon r} = h_r(g_\varepsilon(f)),$$

где g_ε — отображение аналогового сигнала в сигнал, дискретизированный по времени, h_r — отображение сигнала, дискретизированный по времени, в сигнал, дискретизированный по времени и уровню.

Для оценки эффективности созданной модели предложены следующие критерии:

1. Критерий скорости дискретизации, который для данного случая означает выбор таких ε, r , которые доставляют минимум времени дискретизации по модели

$$J = T \rightarrow \min_{\varepsilon, r} .$$

2. Критерий вероятности классификации, который для данного случая означает выбор таких ε, r , которые доставляют минимум полной вероятности ошибки дискретизации (отношения количества неправильно дискретизированных сигналов к их общему количеству)

$$J = \frac{1}{P} \sum_{p=1}^P \rho(F(f_p, \varepsilon, r), \tilde{f}_p) \rightarrow \min_{\varepsilon, r} ,$$

где f_p — тестовые входы, \tilde{f}_p — тестовые выходы, P — количество тестовых реализаций, $\rho(F(f_p, \varepsilon, r), \tilde{f}_p) = \begin{cases} 1, & d(F(f_p, \varepsilon, r), \tilde{f}_p) > 0 \\ 0, & d(F(f_p, \varepsilon, r), \tilde{f}_p) = 0 \end{cases}$ — дискретная метрика, d — расстояния Манхеттена.

3. Критерий адекватности модели, который для данного случая означает выбор таких ε, r , которые доставляют минимум среднеквадратичной ошибки (разности выхода по модели и тестового выхода)

$$J = \frac{1}{P} \sum_{p=1}^P (F(f_p, \varepsilon, r) - \tilde{f}_p)^T (F(f_p, \varepsilon, r) - \tilde{f}_p) \rightarrow \min_{\varepsilon, r} .$$

Выводы:

1. Дискретизация аналоговых сигналов осуществляется посредством понижающих размерность нерасширяющих компактных равномерно непрерывных отображений, действующих в компактных польских пространствах.

2. В отличие от большинства работ по цифровой обработке сигнала, в статье используются подходы функционального анализа, ориентированные на дискретизацию аналогового сигнала.

3. Дискретизация аналогового сигнала по времени осуществляется на основе ε -сети.

4. Дискретизация аналогового сигнала по уровню осуществляется на основе множества конечных линейных комбинаций функций-индикаторов.

5. Разработанный метод и модель дискретизации могут использоваться в различных аналого-цифровых преобразователях компьютерных систем.