

2. Huang X. Real-time algorithm for acoustic imaging with a microphone array // The Journal of the Acoustical Society of America, vol. 125, no. 5. – 2009. – pp. 150–155.
3. Michael Margolis: Arduino Cookbook (O'Reilly Media, Inc., 2011).
4. Parr, Industrial Control Handbook, Industrial Press Inc., 1999.

APPLICATION OF COHERENCE ANALYSIS FOR IMPROVING INFORMATIVITY OF TIME-FREQUENCY CORRELATION FUNCTION

Vladimir A. Faerman, Valeriy S. Avramchuk, Elena E. Luneva

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk

Аннотация – Предложен способ повышения информативности частотно-временной корреляционной функции, при оценке запаздывания сигнала, за счет привлечения информации о когерентности исследуемых сигналов измерительных каналов.

Актуальной задачей обработки сигналов в современном неразрушающем контроле, в частности при обследовании трубопроводов на предмет обнаружения утечек, является оценка запаздывания сигнала. В настоящее время разработаны различные подходы и методы решения данной задачи общей чертой которых является использование аппарата корреляционного анализа [1] в сочетании с предобработкой анализируемых данных.

Перспективной группой методов исследования сигналов, в контексте заявленной задачи, представляются частотно-временные методы, отличительной особенностью которых является построение зависимостей некоторых информативных параметров сигнала от времени и частоты. В частности, в [2] предложено построение и визуализация частотно-временного кросс-спектра, позволяющего производить оценку динамики возникновения импульсного сигнала. В [3] предложен частотно-временной корреляционный метод анализа, который может быть применен в качестве альтернативы традиционному методу корреляционного анализа, для достижения большей наглядности визуально представленных результатов и лучшей помехоустойчивости.

Однако частотно-временной корреляционный подход не лишен недостатков, в числе которых является необходимость привлечения сторонних методов поиска частотной полосы локализации неслучайного сигнала для повышения точности и надёжности анализа, при решении сложных задач. Наиболее простым из сторонних методов обнаружения спектра полезного сигнала является когерентный анализ [4]. Основным выражением когерентного анализа является

$$\gamma^2(k) = \frac{\left| \sum_{q=0}^{Q-1} P_{ABq}(k) \right|^2}{\sum_{q=0}^{Q-1} P_{AAq}(k) \sum_{q=0}^{Q-1} P_{BBq}(k)},$$

где $\gamma^2(k)$ – квадрат функции когерентности; Q – число интервалов разбиения; $P_{AB}(k)$, $P_{AA}(k)$, $P_{BB}(k)$ – соответственно взаимный мгновенный спектр и собственные мгновенные спектры сигналов. Квадрат функции когерентности принимает значения в диапазоне $[0, 1]$ и отражает степень линейной взаимосвязи гармонических компонент анализируемых сигналов [4], что качественно дополняет корреляционный анализ.

Для интеграции частотно-временного и когерентного способов анализа предлагается осуществлять домножение частотно-временной корреляционной функции на функцию когерентности, тем самым дополнительно выделяя на поверхности частотный интервал, содержащий связанные во времени гармонические компоненты сигналов:

$$\dot{r}^{tf}(m, k) = \gamma_m \cdot r^{tf}(m, k),$$

где $r^{tf}(m, k)$ – массив отсчетов частотно-временной корреляционной функции; γ_m – средневзвешенное значение функции когерентности на -ом частотном интервале; $\dot{r}^{tf}(m, k)$ – массив отсчетов модифицированной частотно-временной корреляционной функции [5], учитывающей информацию о когерентности сигналов. На рис. 1, для сравнения, приведены графики обычной и модифицированной частотно-временных корреляционных функций, рассчитанных по идентичному набору входных данных.

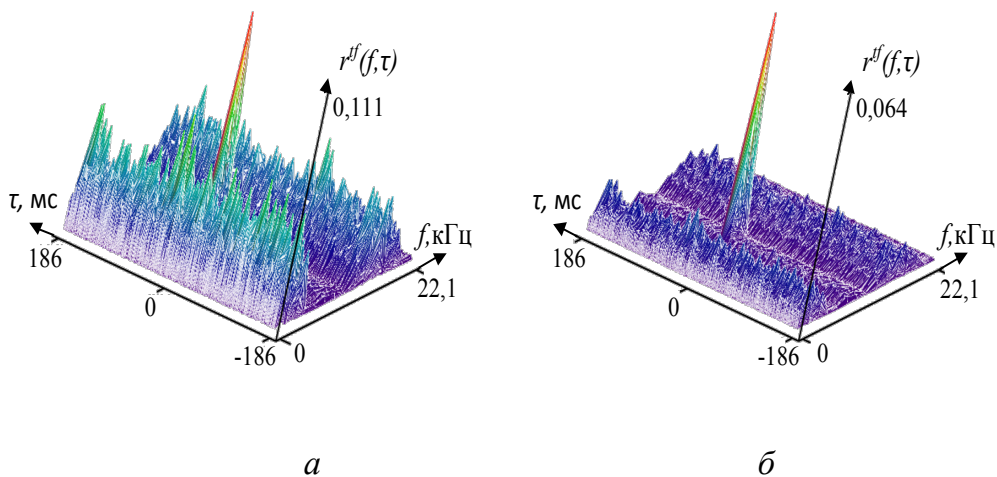


Рис. 1. Графики частотно-временных корреляционных функций:
а – обычной; б – модифицированной

Несмотря на то, что на обоих графиках, представленных на рисунке, корреляционный пик отчётливо различим, заметно, что на правом графике уровень шумов существенно ниже, что свидетельствует об увеличении эффективности частотно-временного корреляционного метода.

Список литературы

1. Тихонов В.И. Оптимальный прием сигналов. – М. : Радио и связь, 1983. – 320 с.
2. Shuaiyong Li, Yumei Wen, Ping Li, Jin Yang and other. Leak location in gas pipelines using cross-time-frequency spectrum of leakage-induced acoustic vibrations // Journal of Sound and Vibration. – 2014. – Vol. 333. – p. 3889–3903
3. Faerman V.A., Avramchuk V.S., Luneva E.E. Overview of frequency bandwidth determination techniques of useful signal in case of leaks detection by correlation method [Electronic resource] // IOP Conference Series: Material Science and Engineering. – 2014. – Vol. 66.
4. Кулаичев А.П. Об информативности когерентного анализа // Журнал высшей нервной деятельности. – 2009. – Т. 59. – № 6. – С. 766–775.
5. Cheremnov A.G., Avramchuk V.S., Luneva E.E. Increasing the Efficiency of Using Hardware Resources for Time-Frequency Correlation Function Computation // Advanced Materials Research. – 2014. – Vol. 1040.

ROBOTIC ARM'S EXECUTIVE SYSTEM PARAMETERS DEFINING DURING FORCED MOTION

V.A. Onufriev

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk

Аннотация – Показано решение задачи идентификации параметров соединенного с двигателем двухзвенного робототехнического манипулятора, для чего использовались относительные углы поворота звеньев и значение движущего момента на оси.

The problem of the two linked robotic manipulator's [1] executive subsystem parameters determining is much complicated by second link's impact to the motions' law. But the solutions like [2] are quite difficult, so there is a need to find simpler ways of solving this task.