

ВИДІЛЕННЯ СИГНАЛІВ МЕТОДОМ СЛІПОГО РОЗДІЛЕННЯ ДЖЕРЕЛ

Пересадченко О.С.

Науковий керівник - проф. каф. «Комп'ютерних систем», док. техн. наук

Ситніков В.С.

На сьогоднішній день в галузі цифрової обробки сигналів існує група задач в яких необхідно на первинних етапах обробки маючи сигнал виділити його складові такі, як корисну складову сигналу та перешкоди або шуми. Методи звичайної не адаптивної фільтрації не дають необхідної точності або взагалі не можуть бути використані, коли корисний сигнал та перешкода змінюються з часом або їх спектри перекриваються. Одним з методів, який дозволяє вирішити цю проблему є метод сліпого розділення джерел (Blind Source Separation), коли на основі деяких апріорних знань про систему є можливість виділити складові сигналу.

Метою даної роботи є необхідність аналізу умов застосування даного методу та пошуку умов підвищення його ефективності для вирішення задач розподілу складових вхідного сигналу.

Задачу сліпого розділення джерел можна сформулювати наступним чином: нехай ми спостерігаємо деякий вектор сигналів $X(k) = [x_1(k); \dots ; x_m(k)]^T$, де k -відліки. Цей вектор є вихідним вектором для невідомої системи з багатьма входами/виходами. Наша задача полягає в тому щоб знайти інверсну систему та виділити всі головні сигнали $S(k) = [s_1(k); \dots ; s_n(k)]^T$.

Поставлену задачу можна звести до матричного рівняння вигляду

$$X = AS + V,$$

де $X = [x(1); \dots ; x(N)] \in R^{m \times N}$ - вектор спостережень; $S = [s(1); \dots ; s(N)] \in R^{n \times N}$ - вектор головних сигналів; $A \in R^{m \times n}$ - невідома матриця змішування; $V \in R^{m \times N}$ - невідомий вектор перешкод.

В багатьох випадках нам повністю невідомі змішувальна та фільтруюча системи. Крім того, вектор сигналів, що спостерігаються, менш вектора головних сигналів, тобто існує проблема розмірності сигналів - $m < n$. Тоді, в такому вигляді матричне рівняння немає рішення без введення деяких апріорних відомостей про систему, наприклад, стаціонарність джерел. Використовуючи данні відомості є можливість вирішити систему по оптимальному алгоритму, але тільки для даних припущень.

Для узагальнення система повинна пристосуватись до невідомих даних за рахунок аналізу їх властивостей з використанням деякої апріорної інформації. На рисунку 1 зображена модель реалізації алгоритму лінійного сліпого розділення джерел в загальному випадку.

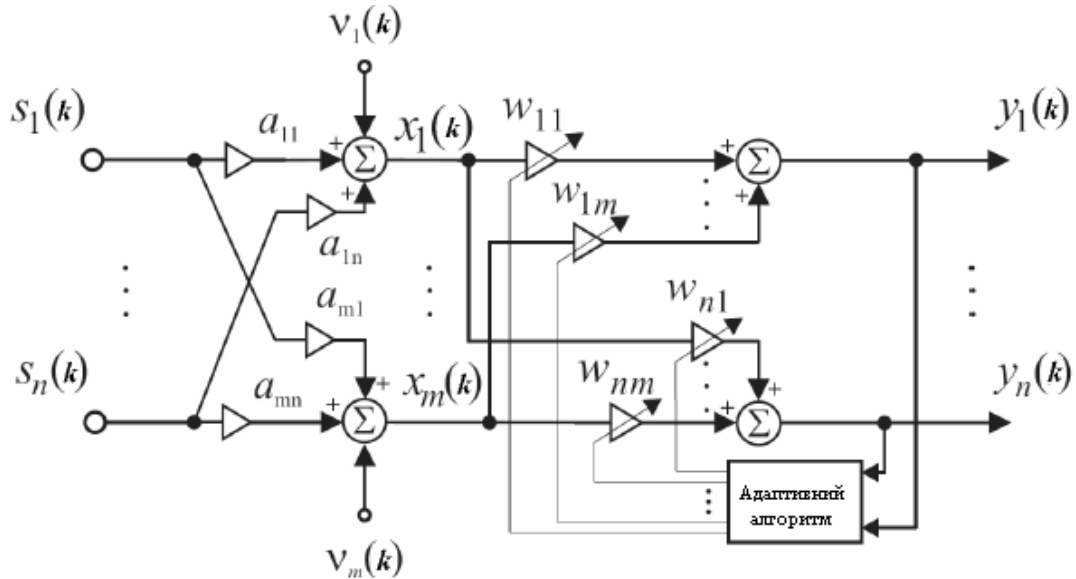


Рисунок 1 Модель алгоритму сліпого розділення джерел

В залежності від вибору апріорних знань можна виділити чотири основні види алгоритмів:

1. Перший підхід передбачає, що джерела статистично незалежні та не є Гаусовськими. Тобто передбачається відсутність тимчасових структур. Для розділення джерел в такому випадку використовується такі методи статистики вищого порядку як розподіл ймовірностей, розподіл зразків(або розподіл емпіричних функцій) наряду з методами статистики першого та другого порядку.

2.Другий підхід передбачає присутність в джерелах тимчасової структури. Якщо сигнал має незникаючу тимчасову кореляцію, то в такому випадку для виділення сигналів можна використовувати лише статистику другого порядку (спектральну щільність, автокореляцію та інші).

3.Третій підхід використовує властивість не стаціонарності джерела та статистику другого порядку. Відмінно від інших методів цей підхід дозволяє виділити Гаусовські джерела з ідентичними спектрами потужності.

4. Четвертий підхід використовує різноманітні відмінності сигналів (час, частоту). В цьому методі сигнали оцінюються завдяки аналізу розподіленню параметрів час-частота спостерігаємих сигналів. Цей метод дозволяє подавити небажані компоненти та артефакти сигналу.

Таким чином, аналіз апріорної інформації о сигналах дозволяє провести первинний аналіз застосування алгоритмів адаптації та їх обчислювальної складності, що дозволить обрати шлях реалізації обраного алгоритму адаптації та фільтрації.