

ОПРЕДЕЛЕНИЕ С ЗАДАННОЙ ТОЧНОСТЬЮ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ЗЛОУМЫШЛЕННИКА ПРИ ПОМОЩИ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ АКУСТИЧЕСКИХ СЕНСОРОВ

Губарева О.Ю., Чифранов Г.Н., ПГУТИ, Самара, РФ

Цели

Анализ особенностей энергетических и временных характеристик и/или характеристик диаграмм направленности, учитывающих особенности пространственного расположения источника (или источников) сигнала для последующей локализации источника звука, применительно к волоконно-оптическим сенсорным сетям.

Задача

Определить с заданной точностью местоположения злоумышленника на охраняемом объекте.

Решение

В работе применялся метод TDOA основанный на разнице во времени распространения звуковых волн от местоположения источника звука до пар сенсоров.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ С ЗАДАННОЙ ТОЧНОСТЬЮ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ЗЛОУМЫШЛЕННИКА ПРИ ПОМОЩИ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ АКУСТИЧЕСКИХ СЕНСОРОВ

Губарева О.Ю., Чифранов Г.Н., ПГУТИ, Самара, РФ

Решение

Локализации источника звука (определение местоположения злоумышленника на защищаемом объекте) осуществляется путем объединения измерений, поступающих из разных узлов.

TDOA $\hat{t}_{ij}^{(m)}$ для сенсоров $m_i^{(m)}$ и $m_j^{(m)}$,

записывается как:

$$\alpha_{ij}^{(m)} x^2 + b_{ij}^{(m)} xy + c_{ij}^{(m)} y^2 + d_{ij}^{(m)} x + e_{ij}^{(m)} y + f_{ij}^{(m)} = 0,$$

где коэффициенты $\alpha_{ij}^{(m)}, b_{ij}^{(m)}, c_{ij}^{(m)}, d_{ij}^{(m)}, e_{ij}^{(m)}, f_{ij}^{(m)}$ определяются в замкнутом виде

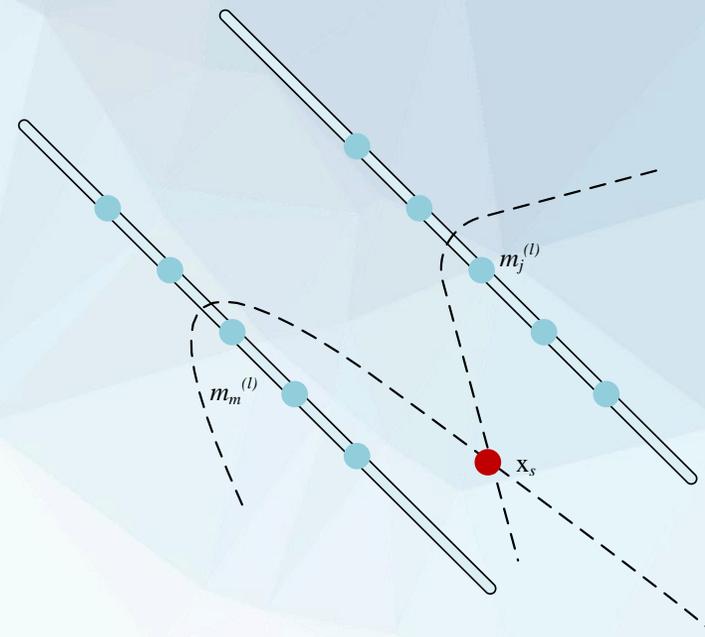


Рис. 1. - Определение местоположения источника звука на пересечении гипербол, полученных из TDOAs

ОПРЕДЕЛЕНИЕ С ЗАДАННОЙ ТОЧНОСТЬЮ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ЗЛОУМЫШЛЕННИКА ПРИ ПОМОЩИ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ АКУСТИЧЕСКИХ СЕНСОРОВ

Губарева О.Ю., Чифранов Г.Н., ПГУТИ, Самара, РФ

Решение

$$\varepsilon_{ij}^{(m)}(X) = v_{ij}^{(m)} (\alpha_{ij}^{(m)} x^2 + b_{ij}^{(m)} xy + c_{ij}^{(m)} y^2 + d_{ij}^{(m)} x + e_{ij}^{(m)} y + f_{ij}^{(m)}),$$

где $v_{ij}^{(m)} = 1$ для всех TDOAs, которые были признаны надежными, и 0 в противном случае. Остальное укладываются в вектор $\varepsilon(X)$, а источник локализуется путем минимизации функции затрат:

$$J_{HYP}^{(TDOA)}(X) = \varepsilon(X)^T \varepsilon(X).$$

$$\|X_s\| - \hat{r}_j = \|X_s - m_j\|,$$

где $\hat{r}_j = c\hat{t}_j$.

$$r = \|X_s - X\| - \|X_s\|.$$

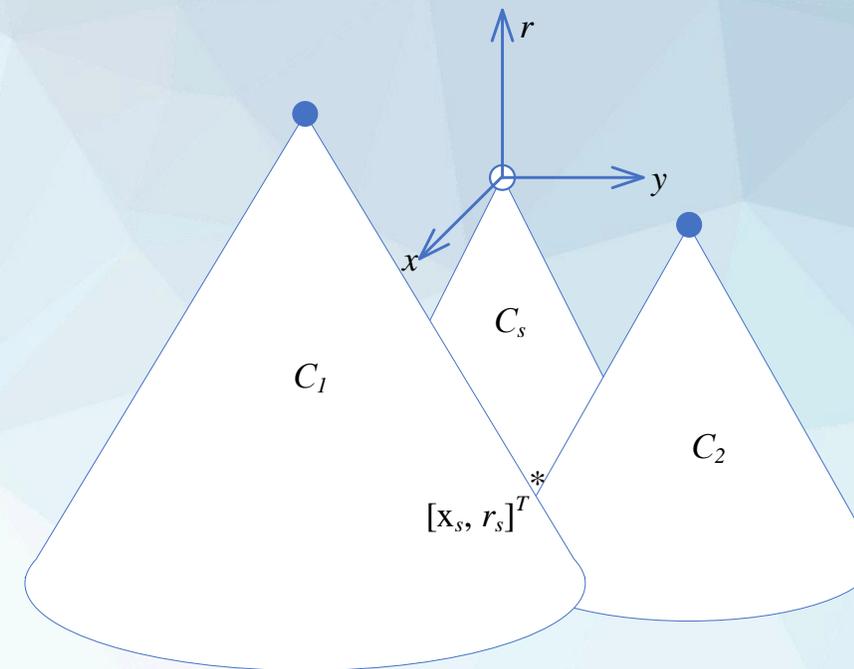


Рис. 2. - Определение источника звука в пространственно-временной системе отсчета

ОПРЕДЕЛЕНИЕ С ЗАДАННОЙ ТОЧНОСТЬЮ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ЗЛОУМЫШЛЕННИКА ПРИ ПОМОЩИ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ АКУСТИЧЕСКИХ СЕНСОРОВ

Губарева О.Ю., Чифранов Г.Н., ПГУТИ, Самара, РФ

Решение

$$x_j x_s + y_j y_s - \hat{r}_j r_s - \frac{1}{2} (x_j^2 + y_j^2 - \hat{r}_j^2) = 0.$$

$$e_j = x_j x_s + y_j y_s - \hat{r}_j r_s - \frac{1}{2} (x_j^2 + y_j^2 - \hat{r}_j^2).$$

$$J_{SP}^{(TDOA)}(X_s, r_s) = \sum_{j=2}^{NM} e_j^2.$$

$$\hat{X}_s^{(ULS)} = \arg \min_{X_s r_s} J_{SP}^{(TDOA)}(X_s, r_s)$$

$$\hat{X}_s^{(CLS)} = \arg \min_{X_s r_s} J_{SP}^{(TDOA)}(X_s, r_s)$$

subject to $r_s = -\|X_s\|.$

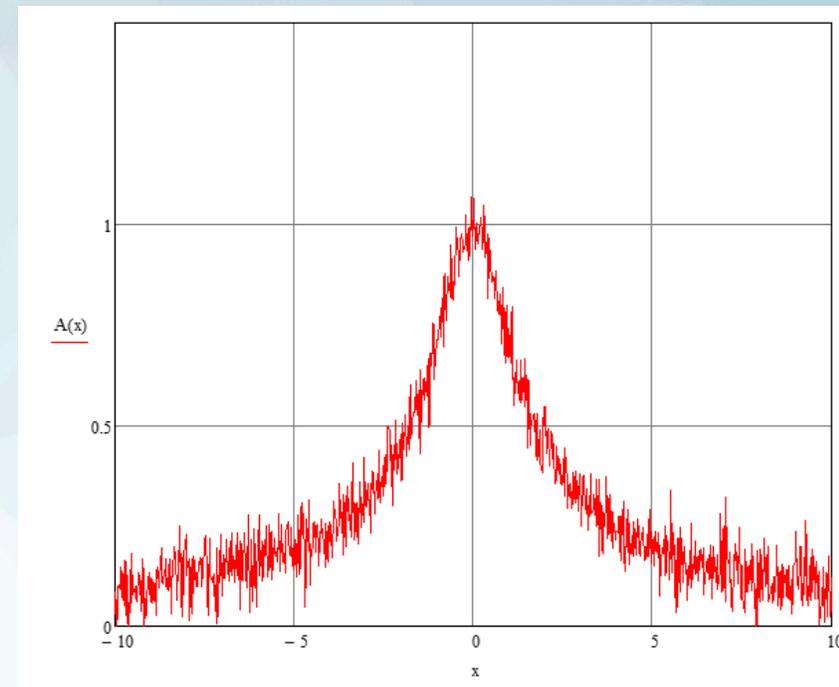


Рис. 3. - Зависимость амплитуды сигнала обратного рассеяния от кратчайшего расстояния между источником звука и ОБ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ С ЗАДАННОЙ ТОЧНОСТЬЮ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ЗЛОУМЫШЛЕННИКА ПРИ ПОМОЩИ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ АКУСТИЧЕСКИХ СЕНСОРОВ

Губарева О.Ю., Чифранов Г.Н., ПГУТИ, Самара, РФ

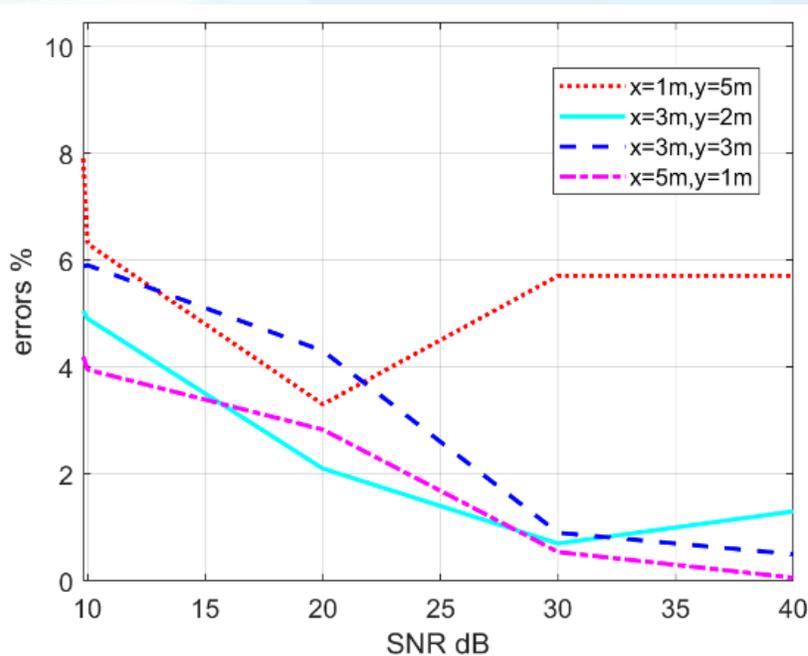


Рис. 4. - Погрешности определения координат источника звука в зависимости от SNR для ряда значений координат источника звука

Выводы

Рассмотренная модель оптимальна только при небольшом количестве акустических источников. С ростом количества источников возникает несколько проблем: количество обнаруженных источников в каждый момент времени может варьироваться вплоть до их не обнаружения узлом или наоборот возникновения ложных тревог.

Контакты

o.gubareva@psuti.ru

