

Масштабно-временная характеристика канала связи

Цицверо М.М.

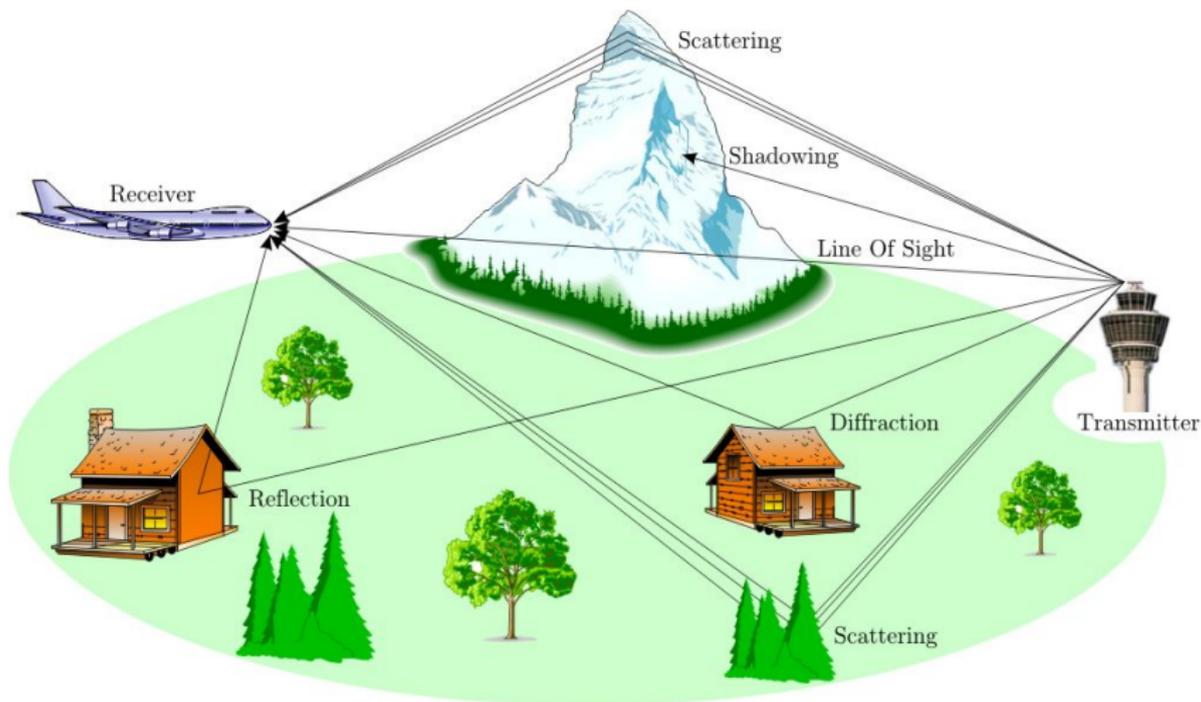
Омский Государственный Университет

Научный руководитель: к.ф.-м.н. Болецкая Т.К.

Омск-2011

Введение

Многолучевое распространение сигнала



Задачи:

- Моделирование каналов для сверхширокополосных систем связи ($\Delta f/f_0 > 0.25$)
- Построение схемы для разнесенного приема сигналов (масштабно-временное разнесение)

Технологии:

- Нелецензированное использование UWB в диапазоне 3.1-10.6 GHz (США)
- Стандарт IEEE 802.15.4a
- Другие стандарты для PAN-сетей
- Радиолокация

Характеристики канала связи

Частотно-временная характеристика

$$x_{\theta, \tau}(t) = x(t - \tau) \exp(j2\pi\theta t), \text{ где } \theta = \frac{v}{c} f_0, \quad (1)$$

θ - доплеровский сдвиг частоты, f_0 - несущая частота сигнала

$$y(t) = \int_{-B_d}^{B_d} \int_0^{T_m} S(\theta, \tau) x(t - \tau) \exp(j2\pi\theta t) d\tau d\theta \quad (2)$$

$$h(t, \tau) = \int_{-B_d}^{B_d} S(\theta, \tau) e^{j2\pi\theta t} d\theta \quad (3)$$

Характеристики канала связи

Масштабно-временная характеристика

$$x_{a,b}(t) = \frac{1}{\sqrt{|a|}} x\left(\frac{t-b}{a}\right), \text{ где } a \approx \frac{c-v}{c+v}, \quad (4)$$

c - скорость света, v - относительная скорость объекта

$$y(t) = \int_0^{T_m} \int_{A_0}^{A_1} \mathcal{L}(a,b) \frac{1}{\sqrt{|a|}} x\left(\frac{t-b}{a}\right) da db, \quad (5)$$

a - параметр масштаба, b - параметр задержки сигнала

Характеристики канала связи

Связь масштабнo-временной характеристики с импульсной характеристикой

$$y(t) = \int_0^{T_m} \int_{A_0}^{A_1} \mathcal{L}(a, b) \frac{1}{\sqrt{|a|}} x\left(\frac{t-b}{a}\right) da db \quad (6)$$

$$y(t) = \int_0^{T_m} h(t, \tau) x(t - \tau) d\tau \quad (7)$$

$h(t, \tau)$ - импульсная характеристика канала

$$h(t, \tau) = \int_{A_0}^{A_1} \sqrt{|a|} \mathcal{L}(a, (1-a)t + a\tau) da \quad (8)$$

Связь между характеристиками

Масштабированный и задержанный сигнал

$$x_{a_0, b_0}(t) = \frac{1}{\sqrt{|a_0|}} x\left(\frac{t - b_0}{a_0}\right) \quad (9)$$

⇓

$$\mathcal{L}(a, b) = \delta(a - a_0)\delta(b - b_0) \quad (10)$$

⇕

$$S(\theta, \tau) = \frac{\sqrt{a_0}}{1 - a_0} \exp\left(-j2\pi\theta \frac{b_0 - a_0\tau}{1 - a_0}\right) \quad (11)$$

Связь между характеристиками

Смещенный по частоте и задержанный сигнал

$$x_{\theta_0, \tau_0}(t) = x(t - \tau_0) \exp(j2\pi\theta_0 t) \quad (12)$$

\Downarrow

$$S(\theta, \tau) = \delta(\theta - \theta_0) \delta(\tau - \tau_0) \quad (13)$$

\Updownarrow

$$\mathcal{L}(a, b) = \frac{\theta_0}{\sqrt{a}(1-a)^2} \exp\left(j2\pi\theta_0 \frac{b - a\tau_0}{1-a}\right) \quad (14)$$

Дискретные модели канала связи

Дискретная масштабно-временная модель

$$y(t) = \int_0^{T_m} \int_{A_0}^{A_1} \mathcal{L}(a, b) \frac{1}{\sqrt{|a|}} x\left(\frac{t-b}{a}\right) da db \quad (15)$$

$$y(t) = \sum_m \sum_n c_{m,n} x_{m,n}(t), \quad (16)$$

$$\text{где } x_{m,n}(t) = \frac{1}{a_0^{m/2}} x\left(\frac{t-nb_0a_0^m}{a_0^m}\right),$$

$$c_{m,n} = \int_0^{T_m} \int_{A_0}^{A_1} \mathcal{L}(a, b) \text{sinc}(m - \ln a / \ln a_0) \text{sinc}(n - b/ab_0) da db \quad (17)$$

Дискретные модели канала связи

Дискретная частотно-временная модель

$$y(t) = \int_0^{T_m} \int_{-B_d}^{B_d} S(\theta, \tau) x(t - \tau) \exp(j2\pi\theta t) d\theta d\tau \quad (18)$$

$$y(t) = \sum_k \sum_n d_{k,n} x_{k,n}(t), \quad (19)$$

где $x_{k,n}(t) = x\left(t - \frac{n}{W}\right) \exp(j2\pi kt/T)$,

$d_{k,n} =$

$$\int \int S(\theta, \tau) \operatorname{sinc}\left(\left(\frac{n}{W} - \tau\right) W\right) \operatorname{sinc}\left(\left(\frac{k}{T} - \theta\right) T\right) e^{-j\pi\left(\frac{k}{T} - \theta\right) T} d\theta d\tau$$

Рассмотрены:

- масштабно-временная и частотно-временная характеристики канала связи
- связь между характеристиками для однолучевого канала
- дискретные модели каналов



S. T. Rickard, R. V. Balan, H. V. Poor, S. Verdu.

Canonical time-frequency, time-scale, and frequency-scale representations of time-varying channels.

Communication in Information and Systems, Vol. 5, No. 2, pp. 197-226, 2005.



Y. Jiang, A. Papandreou-Suppappola.

Time-scale canonical model for wideband system characterizations

Proceedings of the IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing, March 2005.



A. Sayeed, B. Aazhang.

Joint multipath-Doppler diversity in mobile wireless communications.

IEEE Transactions on Communications, 47:1(1999), pp. 123-132.