Phụ Lục 17B

MÔ HÌNH HÓA NHIỄU ĐỒNG KÊNH

Xét trường hợp có N tín hiệu nhiễu đến một máy thu từ N máy phát đồng kênh. Giả sử các ảnh hưởng của phađinh phạm vi hẹp được lấy trung bình, thì mức công suất trung bình địa phương I_i của tín hiệu thứ i phải chựu sự biến thiên ***lognormal***. Sử dụng đơn vị dB, mức công suất trung bình địa phương được mô hình hóa là

$$X_i = 10\log_{10} I_i = mX_i + \chi_i \qquad \text{dBW} \qquad \text{(PL17.1)}$$

trong đó, m_{X_i} là công suất trung bình vùng (tương đương suy hao truyền lan sóng phạm vi rộng trung bình) và χ_i là biến ngẫu nhiên phân bố ***normal*** (Gaussơ) trung bình không đơn vị dB có độ lệch chuẩn σ_{X_i} cũng theo đơn vị dB, do che chắn gây ra bởi các chướng ngại vật lớn. Trung bình vùng m_{X_i} thường được mô hình hóa là hàm của khoảng cách phát thu d_i, số mũ suy hao truyền sóng n, công suất phát $P_{T,i}$ tính theo đơn vị dBm, và các hệ số khuyếch đại anten phát thu $G_{T,i}, G_{R,i}$ tính theo đơn vị dB. Vì vậy

$$mX_i = P_{T,i} + G_{T,i} + G_{R,i} - 10n\log_{10} d_i \qquad \text{dBW} \qquad \text{(PL17.2)}$$

Trong điều kiện giả định hợp lý, các tín hiệu riêng rẽ I_i cộng với nhau, tín hiệu nhiễu tổng được mô hình hóa là tổng của N tín hiệu phân bố *lognormal*

$$I = \sum_{i=1}^{N} I_i \qquad \text{(PL17.3)}$$

Phải đặc biệt lưu ý phân bố của I để mô hình hóa ảnh hưởng của nhiều nguồn nhiễu, và vì vậy để tuyên bố nhiễu tổng ở máy thu. Nhiều máy phát, dời khỏi vùng phủ, đều gây ra mức độ nhiễu khác nhau, tùy vào các khoảng cách cụ thể so với máy thu. Vì vậy, cần phải xem xét các ảnh hưởng của che chắn lên mỗi tín hiệu nhiễu và tổng nhiễu tại máy thu từ tất cả các tín hiệu nhiễu để xác định mức độ nhiễu thực tế tại vị trí cụ thể. Lưu ý rằng, tùy vào cường độ của các nguồn nhiễu cụ thể khác nhau mà mức độ gây nhiễu thay đổi rất rộng, và nếu mỗi nguồn gây nhiễu thay đổi ngẫu nhiên thì mức tín hiệu tổng hợp cũng sẽ là ngẫu nhiên. Thừa nhận rằng, phân bố của I có thể được xấp xỉ bởi phân bố *lognormal* khác, hay tương đương

$$X = 10\log_{10} I \qquad \text{(PL17.4)}$$

theo phân bố *normal*. Giả sử tổng I được phân bố *lognormal*, thì phương pháp Wilkinson và Schwart & Yeh cho phép tính toán giá trị trung bình m_X và độ lệch chuẩ σ_X của X.

Trong quá trình rút ra hai phương pháp này, để tiện ta dùng logarit tự nhiên thay vì lấy logirt cơ số 10 để định nghĩa biến ngẫu nhiên phân bố *normal* (Gaussơ) theo biến ngẫu nhiên phân bố *lognormal*. Vì vậy, ta định nghĩa biến ngẫu nhiên phân bố *normal* Gaussơ Y_i là

$$Y_i = \ln I_i \qquad \text{(PL17.5)}$$

có giá trị trung bình m_{Yi} và độ lệch chuẩn σ_{Y_i} lần lượt như sau

$$m_{Yi} = \lambda m_{X_i} \text{ và } \sigma_{Y_i} = \lambda \sigma_{X_i} \qquad \text{(PL17.6)}$$

trong đó $\lambda = \ln(10)/10$. Lưu ý rằng, $Y_i = \lambda X_i$

Dùng (PL17.3) và (PL17.5), và lưu ý việc lấy xấp xỉ phân bố của I bởi phân bố *lognormal*, nên ta có

$$I = e^{Y_1} + e^{Y_2} + ... + e^{Y_N} \approx e^{Z} = 10^{\frac{X}{10}} \quad \text{(PL17.7)}$$

trong đó Z (theo đơn vị loga) và X (theo dB) được phân bố chuẩn hóa *normal*, và $Z = \lambda X$. Sau đó dùng phương pháp Wilkinson hoặc phương pháp Schwart-Yeh để tính giá trị trung bình và độ lệch chuẩn của Z (m_Z và σ_Z) hoặc (m_X và σ_X) từ các giá trị trung bình và các độ lệch chuẩn của các Y_i, như được thấy dưới đây.

Tổng quát, coi rằng các tín hiệu nhiễu riêng biệt I_i bị tương quan nhau. Tính tương quan này là do sự cản trở vật lý gồm suy hao che chắn trên các đường truyền sóng như, các cấu trúc tòa nhà, cây cối... Vì vậy, ngay cả các tín hiệu từ các hướng khác nhau có thể bị suy hao bởi cùng các chướng ngại vật, dẫn đến tương quan giữa các tín hiệu thu. Để xét trường hợp các tín hiệu nhiễu bị tương quan này, ta định nghĩa hệ số tương quan r_{Y_i,Y_j} của Y_i và Y_j là

$$r_{Y_i,Y_j} = \frac{E\left\{\left(Y_i - m_{Y_i}\right)\left(Y_j - m_{Y_j}\right)\right\}}{\sigma_{Y_i}\sigma_{Y_j}} \quad \text{(PL17.8)}$$

Vì Y_i chỉ là một phiên bản tỉ lệ của X_i, nên r_{Y_i,Y_j} cũng là hệ số tương quan của X_i và X_j.

Phương pháp Wilkinson

Theo phương pháp Wilkinson, tìm được giá trị trung bình và độ lệch chuẩn của Z trong (PL17.7) bằng cách làm phù hợp các mô men bậc một và bậc hai của I theo các mô men bậc một và bậc hai của $I_1 + I_2 + ... + I_N$.

Với mô men bậc nhất, ta có

$$E\left\{e^{Z}\right\} = E\left\{e^{Y_1} + e^{Y_2} + ... + e^{Y_N}\right\} \quad \text{(PL17.9)}$$

Các mô men trong (PL17.9) được ước lượng bằng cách để ý rằng, với biến ngẫu nhiên phân bố *normal u* có giá trị trung bình m_u và phương sai σ_u^2, và bất kỳ số nguyên ℓ thì

$$E\left\{e^{\ell u}\right\} = e^{\left(\ell m_u + \frac{1}{2}\ell^2\sigma_u^2\right)} \quad \text{(PL17.10)}$$

trong đó ℓ ký hiệu cho bậc mô men đối với biên ngẫu nhiên phân bố *normal u*. Vì vậy, để ước lượng mô men bậc nhất của *exp(Z)* trong đó biến ngẫu nhiên Z được giả định là phân bố Gausơ, ta có

$$E\left\{e^{Z}\right\} = \mathrm{e}^{\left(m_z + \frac{\sigma_Z^2}{2}\right)} \quad \text{(PL17.11)}$$

và

$$E\left\{e^{Z}\right\} = E\left\{e^{Y_1} + e^{Y_2} + ... + e^{Y_N}\right\} = \sum_{i=1}^{N} e^{\left(m_{Y_i} + \frac{\sigma_{Y_i}^2}{2}\right)} \quad \text{(PL17.12)}$$

Dùng (PL17.11) và (PL17.9), ta có

$$u_1 = e^{\left(m_z + \frac{\sigma_Z^2}{2}\right)} = \sum_{i=1}^{N} e^{\left(m_{Y_i} + \frac{\sigma_{Y_i}^2}{2}\right)} \quad \text{(PL17.13)}$$

Tổng trong (PL17.13) là một hàm của các giá trị trung bình m_{Yi} và các độ lệch chuẩn σ_{Y_i} của các tổng Y_i, nó được giả định là được biết thông qua đo kiểm hoặc qua vuệc sử dụng một mô hình truyền lan.

Làm phù hợp các mô men bậc hai của I và $I_1 + I_2 + ... + I_N$, ta có

$$E\left\{e^{2Z}\right\} = E\left\{\left(e^{Y_1} + e^{Y_2} + ... + e^{Y_N}\right)^2\right\} \tag{PL17.14}$$

Dùng lại tính chất (PL17.10) trong cả hai vế của (PL17.14), ta được

$$u_2 = e^{\left(2m_Z + 2\sigma_Z^2\right)} \tag{PL17.15}$$

dẫn đến

$$u_2 = \sum_{i=1}^{N} e^{\left(2m_{Y_i} + 2\sigma_{Y_i}^2\right)} + 2\sum_{i=1}^{N-1}\sum_{j=i+1}^{N} e^{\left(m_{Y_i} + m_{Y_j}\right)} . e^{\left[\frac{1}{2}\left(\sigma_{Y_i}^2 + \sigma_{Y_j}^2 + 2r_{Y_i,Y_j}\sigma_{Y_i}\sigma_{Y_j}\right)\right]} \tag{PL17.16}$$

Phương trình (PL17.16) có thể được ước lượng bằng cách dùng các giá trị trung bình m_{Yi}, các độ lệch chuẩn σ_{Y_i} và các hệ số tương quan r_{Y_i,Y_j}

Các phương trình (PL17.13) và (PL17.16) tạo thành hệ phương trình có m_Z và σ_Z chưa biết. Bằng cách giải hệ phương trình, và dùng $Z = \lambda X$ ta được

$$m_X = \frac{1}{\lambda}\left(2\ln u_1 - \frac{1}{2}u_2\right) \tag{PL17.17}$$

$$\sigma_X = \frac{1}{\lambda}\sqrt{\ln u_2 - 2\ln u_1} \tag{PL17.18}$$

Vì vậy, phương pháp Wilkinson bao gồm việc tính toán các thành phần u_1 và u_2 bằng các phương trình (PL17.13) và (PL17.16), áp dụng các trung bình, các độ lệch chuẩn, và các hệ số tương quan của các tổng, và giải hệ phương trình được định nghĩa bởi (PL17.17) và (PL17.18). Nết đặc trưng quan trọng của phương pháp Wilkinson là giả định $\sum_i I_i$ được phân bố *loganormal* được dùng một cách thực tế trong việc tính toán m_X và σ_X. Chương trình Matlab cho phương pháp Wilkinson này được cho ở file **NVD17_Wilkinson.m** trong phụ lục 17A.

Phương pháp Schwart và Yeh

Schwart và Yeh đề xuất một phương pháp dựa trên việc tính toán *chính xác* giá trị trung bình m_X và độ lệch chuẩn σ_X của tổng N=2 biến ngẫu nhiên phân bố *loganormal*. Đối với N>2, dùng giải pháp đệ quy, lấy xấp xỉ tổng của hai biến ngẫu nhiên phân bố *loganormal* bằng biến ngẫu nhiên phân bố *loganormal khác*, và tính toán trung bình và độ lệch chuẩn của tổng.