



Trường đại học Công nghệ - ĐHQGHN

Khoa: Điện tử Viễn thông

Báo cáo cuối kì: Mạng truyền thông máy tính 2

Tìm hiểu tính toán và mô phỏng truyền thông với Link Budget

Sinh viên

Lương Quốc Khánh

Đỗ Huy

Mã sinh viên :

21021600

21020688

Giảng viên hướng dẫn: TS. Lâm Sinh Công

December 2023

Mục lục

1	Lời mở đầu	2
2	Lý thuyết cơ bản về Link Budget	3
3	Phương pháp tiếp cận	4
3.1	Công cụ	4
3.2	Phương Pháp Tính Toán	4
4	Xây dựng mô hình	4
4.1	Đối với môi trường trong nhà (Indoor)	4
4.1.1	Các thành phần chi tiết	4
4.1.2	In ra kết quả	5
4.2	Đối với môi trường ngoài trời (Street)	6
4.2.1	Các thành phần chi tiết	6
4.2.2	In ra kết quả	7
5	Nhận xét kết quả mô phỏng Link Budget	8
5.1	Mô phỏng trong nhà (Indoor)	8
5.2	Mô phỏng ngoài trời (Street)	9
5.3	Tổng quan	9

1 Lời mở đầu

Trong thời đại ngày nay, sự phát triển nhanh chóng của công nghệ không dây đã tạo ra nhiều cơ hội và thách thức mới trong việc thiết kế và triển khai các hệ thống truyền thông không dây hiệu quả. Một trong những khía cạnh quan trọng nhất của việc xây dựng một hệ thống truyền thông không dây thành công là việc đảm bảo kết nối ổn định và chất lượng giữa các thiết bị. Trong đó, Link budget là một phương pháp đánh giá và tính toán các yếu tố quan trọng trong một hệ thống truyền thông không dây để đảm bảo chất lượng kết nối. Đây là một công cụ quan trọng trong thiết kế hệ thống truyền thông, đặc biệt là trong các ứng dụng như viễn thông di động, mạng không dây, và truyền hình vệ tinh. Link budget giúp xác định công suất tín hiệu tại các điểm khác nhau trong hệ thống và đánh giá khả năng truyền thông của nó.

Báo cáo này tập trung vào nghiên cứu lý thuyết và mô phỏng cơ bản Link Budget, một công cụ quan trọng trong thiết kế và quản lý hệ thống truyền thông không dây. Báo cáo cũng sẽ đề cập đến ứng dụng của Link Budget trong các môi trường khác nhau như trong nhà và ngoài trời, với những thách thức và cơ hội riêng biệt, từ đó minh họa cách Link Budget có thể được tính toán và áp dụng trong các kịch bản thực tế.

2 Lý thuyết cơ bản về Link Budget

Về cơ bản, Link budget có thể được tính toán dưới dạng tổng của các yếu tố tích hợp và trừ đi mất mát. Nếu tổng công suất nhận được vẫn lớn hơn hoặc bằng công suất tối thiểu cần thiết, thì kết nối có thể duy trì được.

Tức là :

Công suất nhận (dBm) = công suất truyền (dBm) + mức tăng (dB) – tổn thất (dB)

Cụ thể hơn: Dưới đây là các yếu tố chính thường được xem xét trong quá trình tính toán link budget:

- Received Power (Prx - Công suất nhận): Là công suất tín hiệu khi nó đến bộ thu, (dBm)
- Transmitter Output Power (Ptx - Công suất đầu ra bộ phát): Là công suất của tín hiệu tại anten phát (dBm)
- Transmitter Antenna Gain (Gtx - Tăng cường anten bộ phát): Đo lường khả năng tập trung hoặc phân tán của anten ở bộ phát (dBi)
- Transmitter Losses (Ltx - Mất mát ở bộ phát): Bao gồm các mất mát công suất xuất phát từ các yếu tố như cáp dẫn và các thiết bị nối khác trong quá trình truyền tín hiệu (dB).
- Free Space Path Loss (Lfs - Mất mát truyền trong đường dẫn): Là mất mát công suất do tín hiệu đi qua không gian mở, được tính toán theo công thức truyền thống và phụ thuộc vào khoảng cách (dB).
- Miscellaneous Losses (Lm - Các mất mát khác): Bao gồm các mất mát không dự đoán được như mất mát trong các tường, môi trường và các yếu tố khác có thể ảnh hưởng đến tín hiệu (dB).
- Receiver Antenna Gain (Grx - Tăng cường anten bộ thu): Đo lường khả năng tập trung hoặc phân tán của anten ở bộ thu (dBi).
- Receiver Losses (Lrx - Mất mát ở bộ thu): Bao gồm mất mát công suất tại bộ thu, bao gồm mất mát trong quá trình thu tín hiệu (dB).

3 Phương pháp tiếp cận

Phần này tập trung mô tả cụ thể về phương pháp trong bài sử dụng để tính toán và mô phỏng truyền thông bằng Link Budget.

3.1 Công cụ

Chúng em đã sử dụng MATLAB để thực hiện tính toán và mô phỏng, với các hàm tính toán Link Budget và đồ thị hoá kết quả. Các thư viện và công cụ có sẵn trong MATLAB giúp chúng em dễ hơn khi triển khai mô hình và thu được kết quả một cách hiệu quả.

3.2 Phương Pháp Tính Toán

Chúng em sử dụng các công thức cơ bản bao gồm công suất phát, mất mát truyền, tăng cường anten, và mất mát trong không gian tự do. Lưu ý, trong quá trình tính toán, giả định rằng môi trường truyền thông là trong không gian tự do và không có các yếu tố như mất mát xâm nhập vào tòa nhà hay phản xạ từ các cấu trúc xung quanh.

Cụ thể, công thức mất mát trong không gian tự do được áp dụng theo biểu thức:

$$\text{FreeSpaceLoss} = 20 \log_{10}(\text{distance}) + 20 \log_{10}(\text{freq}) + 20 \log_{10} \left(\frac{4\pi}{3 \times 10^8} \right) \quad (1)$$

4 Xây dựng mô hình

4.1 Đối với môi trường trong nhà (Indoor)

4.1.1 Các thành phần chi tiết

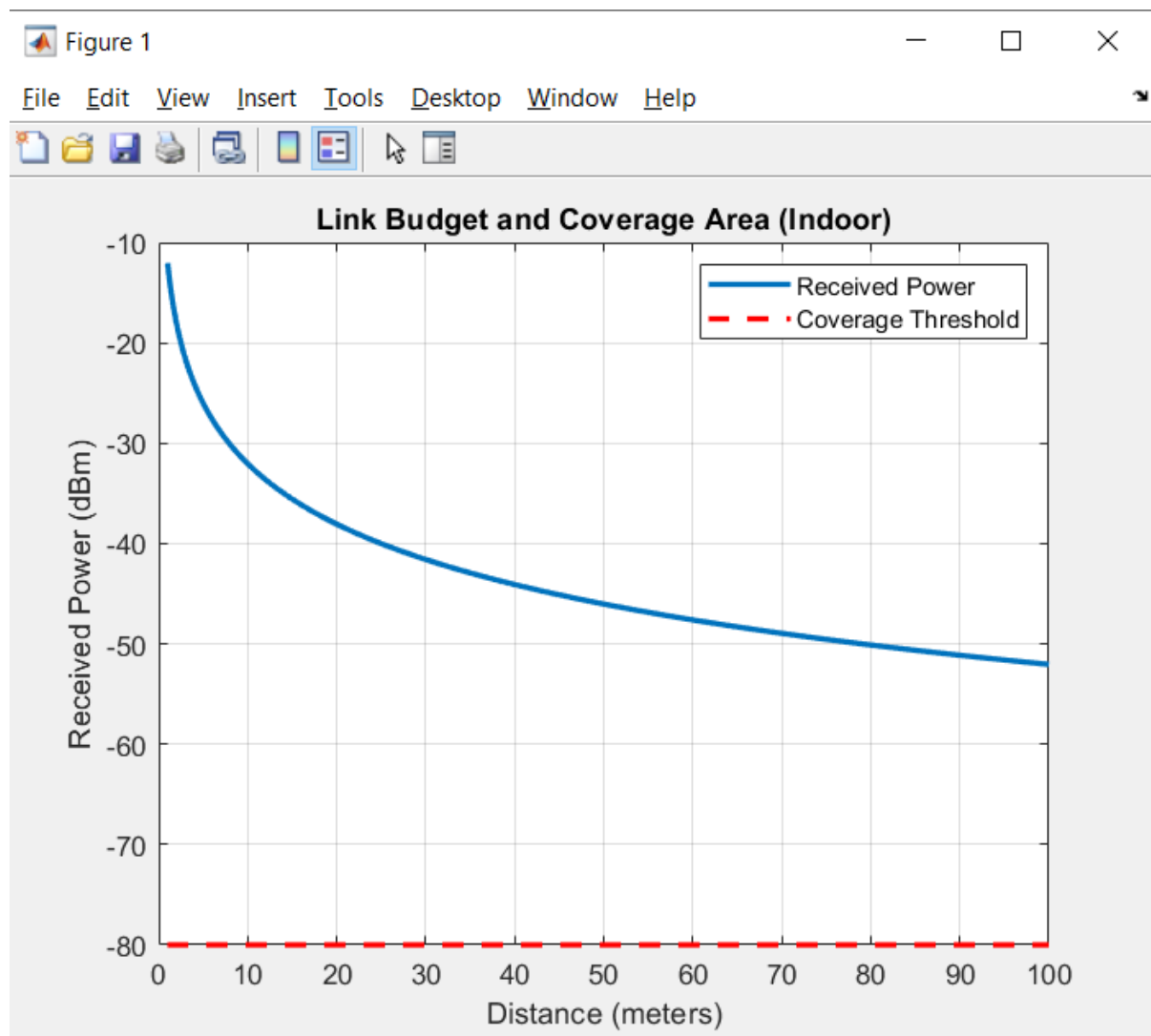
- Công Suất Phát (transmitPower): 20 dBm.
- Tăng Cường Anten Truyền (antennaGainTx): 5 dBi.
- Tăng Cường Anten Thu (antennaGainRx): 3 dBi.
- Chỉ Số Mất Mát Đường Truyền (pathLossExponent): 2.

```
1 % Parameters
2 freq = 2.4e9; % (Hz)
```

```
3 transmitPower = 20; % (dBm)
4 antennaGainTx = 5; % (dBi)
5 antennaGainRx = 3; % (dBi)
6 pathLossExponent = 2; % Index
7 distance = 1:0.1:100; % (m)
8
9 freeSpaceLoss = 20 * log10(distance) + 20 * log10(freq) + 20 * log10
    (4 * pi / 3e8);
10
11 receivedPower = transmitPower + antennaGainTx + antennaGainRx -
    freeSpaceLoss;
12
13 threshold = -80;
14
15 coverageAreaIndoor = distance(receivedPower > threshold);
```

4.1.2 In ra kết quả

```
1 % Plot results
2 figure;
3 plot(distance, receivedPower, 'LineWidth', 2);
4 hold on;
5 plot(coverageAreaIndoor, ones(size(coverageAreaIndoor)) * threshold,
    'r--', 'LineWidth', 2);
6 xlabel('Distance (meters)');
7 ylabel('Received Power (dBm)');
8 title('Link Budget and Coverage Area (Indoor)');
9 legend('Received Power', 'Coverage Threshold');
10 grid on;
11 hold off;
```



Hình 1: kết quả mô phỏng trong nhà

4.2 Đối với môi trường ngoài trời (Street)

4.2.1 Các thành phần chi tiết

- Công Suất Phát (transmitPower): 23 dBm.
- Tăng Cường Anten Truyền (antennaGainTx): 7 dBi.
- Tăng Cường Anten Thu (antennaGainRx): 5 dBi.
- Chỉ Số Mất Mát Đường Truyền (pathLossExponent): 2.

```

1 % Parameters for outdoor (street) environment
2 transmitPowerStreet = 23; % (dBm)
3 antennaGainTxStreet = 7; % (dBi)

```

```

4 antennaGainRxStreet = 5; % (dBi)
5
6 freeSpaceLossStreet = 20 * log10(distance) + 20 * log10(freq) + 20 *
    log10(4 * pi / 3e8);
7
8 receivedPowerStreet = transmitPowerStreet + antennaGainTxStreet +
    antennaGainRxStreet - freeSpaceLossStreet;
9
10 thresholdStreet = -85;
11
12 coverageAreaStreet = distance(receivedPowerStreet > thresholdStreet)
    ;

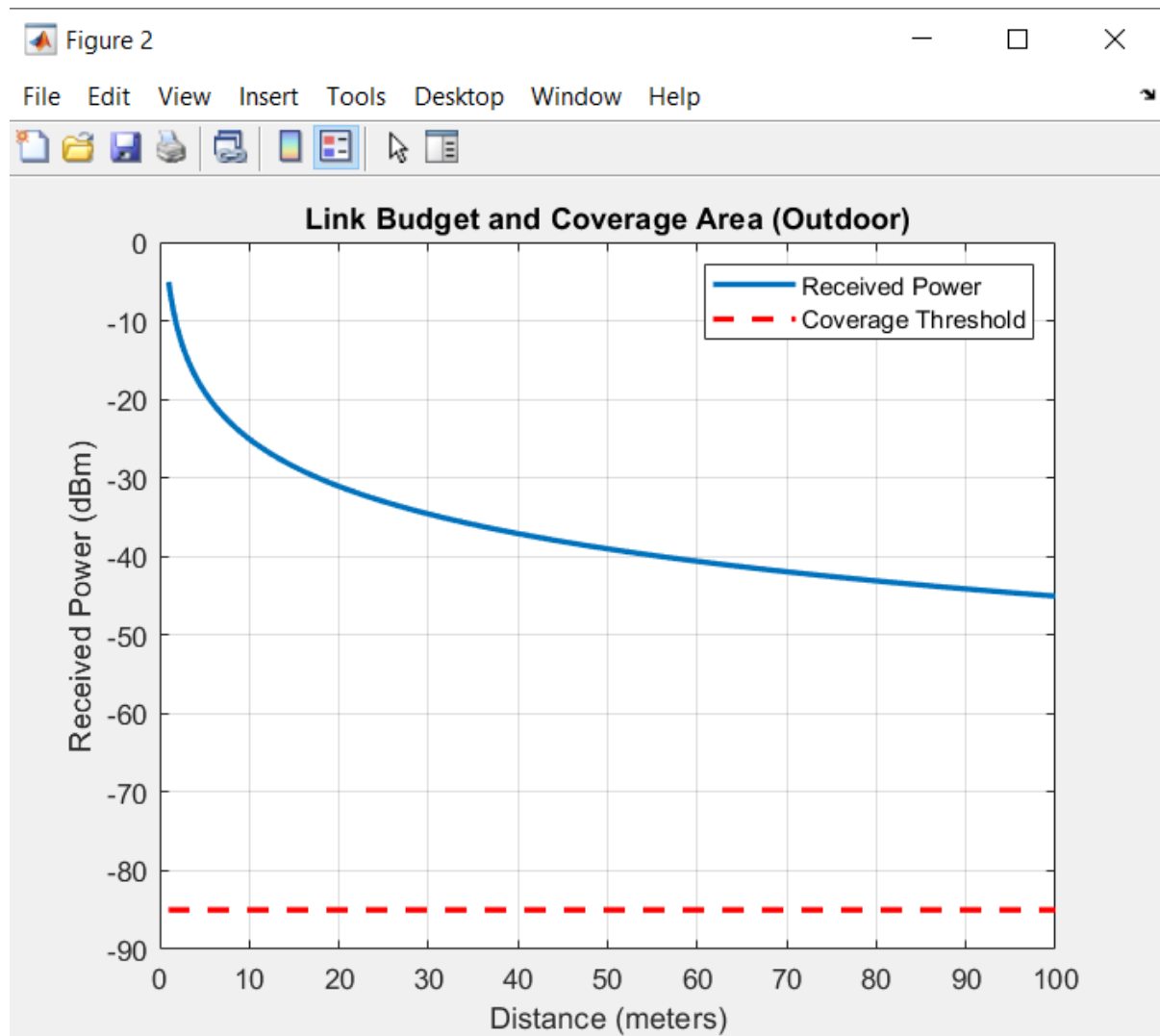
```

4.2.2 In ra kết quả

```

1 % Plot results
2 figure;
3 plot(distance , receivedPower , 'LineWidth' , 2);
4 hold on;
5 plot(coverageAreaIndoor , ones(size(coverageAreaIndoor)) * threshold ,
    'r--' , 'LineWidth' , 2);
6 xlabel('Distance (meters)');
7 ylabel('Received Power (dBm)');
8 title('Link Budget and Coverage Area (Indoor)');
9 legend('Received Power' , 'Coverage Threshold');
10 grid on;
11 hold off;

```

Hình 2: kết quả mô phỏng ngoài trời

5 Nhận xét kết quả mô phỏng Link Budget

5.1 Mô phỏng trong nhà (Indoor)

- Công Suất Phát và Tăng Cường Anten: Trong nhà, chúng ta sử dụng công suất phát và tăng cường anten tương đối nhỏ (20 dBm và 5 dBi). Điều này phản ánh tính chất của môi trường trong nhà với khoảng cách ngắn và nhiều chướng ngại vật.
- Mất Mát Trong Không Gian Tự Do: Mất mát trong không gian tự do được tính toán và giả định với môi trường trong nhà, nhưng kết quả cũng phản ánh sự tương tác của tín hiệu với các cấu trúc trong nhà.

- Ngưỡng Đối Với Vùng Phủ Sóng: Ngưỡng được đặt ở mức -80 dBm. Vùng phủ sóng được xác định bằng cách kiểm tra xem công suất nhận được có vượt quá ngưỡng này hay không.
- Kết Quả Đồ Thị: Đồ thị cho thấy biểu đồ công suất nhận được theo khoảng cách. Vùng phủ sóng được làm nổi bật với đường đỏ đứt, và chúng ta có thể quan sát rõ ràng độ giảm công suất khi di chuyển xa khỏi nguồn phát.

5.2 Mô phỏng ngoài trời (Street)

- Công Suất Phát và Tăng Cường Anten: Đối với môi trường ngoài trời (đường phố), chúng ta tăng công suất phát và tăng cường anten để có khả năng vượt qua các thách thức như khoảng cách lớn và có nhiều chướng ngại vật.
- Mất Mát Trong Không Gian Tự Do: Mất mát trong không gian tự do lại được tính toán với các tham số mới phản ánh môi trường ngoài trời.
- Ngưỡng Đối Với Vùng Phủ Sóng: Với môi trường ngoài trời, ngưỡng được thiết lập ở mức -85 dBm, thể hiện khả năng vượt qua mất mát trong không gian tự do và chướng ngại vật ngoại vi.
- Kết Quả Đồ Thị: Đồ thị cũng thể hiện biểu đồ công suất nhận được và vùng phủ sóng cho môi trường ngoài trời. Chúng ta có thể quan sát sự tăng cường đáng kể của vùng phủ sóng so với môi trường trong nhà.

5.3 Tổng quan

Kết quả mô phỏng cho thấy sự khác biệt rõ ràng giữa 2 môi trường. Đối với môi trường trong nhà, vùng phủ sóng có thể bị hạn chế bởi các chướng ngại vật và khoảng cách ngắn, trong khi môi trường ngoài trời có thể đạt được vùng phủ sóng rộng lớn hơn nhờ vào công suất phát và tăng cường anten cao hơn. Những nhận xét này có thể hỗ trợ trong quá trình thiết kế và triển khai hệ thống truyền thông không dây trong các môi trường khác nhau.