

# PHÂN TÍCH HIỆU NĂNG CỦA BỘ LỌC FIR, IIR TRONG XỬ LÝ TÍN HIỆU ĐA PHƯƠNG TIỆN CHO HỆ THỐNG 5G/6G

Đỗ Phương Nhung<sup>1</sup>, Phạm Trường Sinh<sup>2</sup>, Trần Thị Thuý<sup>1</sup>, Vũ Thị Hồng Tươi<sup>1</sup>  
Email: dphnhung@hou.edu.vn, ORCID: 0009-0000-7809-6135

Ngày tòa soạn nhận được bài báo: 03/12/2025. Ngày phản biện đánh giá: 03/06/2026.

Ngày bài báo được duyệt đăng: 23/06/2026.

DOI: 10.59266/houjs.2026.1340

**Tóm tắt:** Bài báo này tập trung nghiên cứu hiệu năng của bộ lọc số FIR và IIR trong xử lý tín hiệu đa phương tiện trong hệ thống thông tin di động 5G/6G. Nghiên cứu sử dụng mô hình mô phỏng dựa trên hệ thống ghép kênh phân chia theo tần số trực giao OFDM được xây dựng nhằm đánh giá khả năng khử nhiễu trong điều kiện kênh truyền thực tế, bao gồm nhiễu Gaussian, fading Rayleigh và suy hao môi trường. Hai kịch bản được xem xét: điều kiện chuẩn và môi trường khắc nghiệt (mưa lớn, mật độ người dùng cao). Các chỉ tiêu đánh giá gồm MSE, SNR và BER. Kết quả cho thấy bộ lọc FIR vượt trội về chất lượng tín hiệu, trong khi IIR có ưu thế về hiệu quả tính toán.

**Từ khóa:** bộ lọc FIR, bộ lọc IIR, Điều chế OFDM, Thế hệ di động 5G/ 6G, tỷ lệ lỗi bit (BER), tỷ số tín hiệu trên nhiễu (SNR), xử lý tín hiệu đa phương tiện

## I. Đặt vấn đề

Hai cấu trúc bộ lọc được sử dụng phổ biến nhất hiện nay là bộ lọc đáp ứng xung hữu hạn FIR (Finite Impulse Response) và bộ lọc đáp ứng xung vô hạn IIR (Infinite Impulse Response) (Đặng & cộng sự, 2023; Nguyễn & cộng sự, 2024). Bộ lọc FIR có ưu điểm về đặc tính pha tuyến tính, giúp bảo toàn dạng sóng tín hiệu trong quá trình xử lý. Đây là yêu cầu quan trọng đối với các tín hiệu đa phương tiện như âm thanh và video, nơi méo pha có thể ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng cảm nhận của người dùng (Haykin, 2021). Ngược lại, bộ lọc IIR cho phép đạt được đáp ứng lọc tương đương với

bậc thấp hơn, nhờ đó giảm đáng kể độ phức tạp tính toán và phù hợp với các thiết bị di động hoặc hệ thống nhúng có tài nguyên xử lý hạn chế (Goldsmith, 2022). Trong mạng 5G/6G (3GPP, 2017; Muhammad Razee & cộng sự, 2018; Borges & cộng sự, 2021), kỹ thuật ghép kênh phân chia theo tần số trực giao OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) được sử dụng rộng rãi nhờ khả năng truyền dữ liệu tốc độ cao và chống nhiễu đa đường hiệu quả. Tuy nhiên, tín hiệu OFDM có độ nhạy cao đối với fading và méo pha, đặc biệt trong môi trường truyền dẫn đông người dùng hoặc có suy hao thời tiết lớn

<sup>1</sup> Trường Đại học Mở Hà Nội, Hà Nội, Việt Nam

<sup>2</sup> Trường Cao đẳng Điện tử - Điện lạnh Hà Nội, Hà Nội, Việt Nam

(Wei & cộng sự, 2021). Vì vậy, việc lựa chọn cấu trúc bộ lọc phù hợp ảnh hưởng trực tiếp đến các chỉ tiêu hiệu năng của hệ thống như: tỷ số tín hiệu trên nhiễu SNR (Signal to Noise Ratio), tỷ lệ lỗi bit BER (Bit Error Rate), sai số trung bình bình phương MSE (Mean Squared Error). Một số nghiên cứu gần đây đã tập trung đánh giá hiệu năng của các bộ lọc số trong hệ thống truyền thông thế hệ mới. Bộ lọc FIR đạt chất lượng tín hiệu tốt hơn trong các hệ thống OFDM chịu fading mạnh, trong khi bộ lọc IIR có ưu thế về hiệu quả tính toán và độ trễ xử lý thấp (Muhammad Razee & cộng sự, 2018). Mặt khác, hệ thống đa đầu vào, đa đầu ra quy mô lớn (Massive MIMO) và đa phương tiện 5G, khả năng xử lý tín hiệu chính xác là yếu tố quan trọng để cải thiện BER và chất lượng dịch vụ QoS (Quality of Service) tổng thể (Borges & cộng sự, 2022). Ngoài ra, hiệu năng hệ thống OFDM suy giảm đáng kể trong môi trường fading Rayleigh nếu không có kỹ thuật lọc và cân bằng kênh phù hợp (Đặng & cộng sự, 2023). Bộ lọc FIR phù hợp hơn đối với các ứng dụng đa phương tiện yêu cầu chất lượng tín hiệu cao, trong khi bộ lọc IIR phù hợp với các hệ thống cần tối ưu tài nguyên tính toán (Nguyễn & cộng sự, 2024). Tuy nhiên, phần lớn các nghiên cứu hiện nay chủ yếu tập trung vào phân tích lý thuyết hoặc mô phỏng riêng lẻ từng loại bộ lọc, chưa xây dựng được bài toán mô phỏng gắn với các điều kiện truyền dẫn thực tế trong mạng 5G/6G. Bên cạnh đó, việc đánh giá đồng thời các chỉ tiêu BER, MSE và SNR trong nhiều kịch bản môi trường khác nhau vẫn còn hạn chế.

Xuất phát từ các vấn đề trên, bài báo này tập trung xây dựng mô hình mô phỏng tín hiệu multimedia truyền qua hệ thống

OFDM trong mạng 5G/6G với hai kịch bản gồm môi trường thông thường và môi trường khắc nghiệt có mưa lớn, fading mạnh và mật độ người dùng cao. Nghiên cứu tiến hành thiết kế và đánh giá hai cấu trúc bộ lọc FIR và IIR nhằm phân tích khả năng khử nhiễu, tái tạo tín hiệu và cải thiện chất lượng truyền dẫn. Hiệu năng hệ thống được đánh giá thông qua các chỉ tiêu MSE, SNR và BER, từ đó đưa ra nhận xét và lựa chọn cấu trúc bộ lọc phù hợp cho từng điều kiện hoạt động của hệ thống 5G/6G.

## II. Cơ sở lý thuyết

### 2.1. Mô hình tín hiệu OFDM

Định nghĩa tín hiệu OFDM trong miền thời gian:

$$x[n] = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} x_k e^{j \frac{2\pi k n}{N}}$$

Trong đó,  $x_k$ : dữ liệu điều chế; N số sóng mang con trong hệ thống OFDM.

Cụ thể xét  $N=64$ , phương thức điều chế là QPSK, Tiền tố lặp tuần hoàn (Cyclic Prefix) CP=16 mẫu tín hiệu được sao chép từ cuối ký hiệu OFDM và chèn lên đầu tín hiệu trước khi truyền.

### 2.2. Mô hình kênh truyền

Xét mô hình kênh nhiễu Gaussian trắng cộng (AWGN - Additive White Gaussian Noise) có:  $y[n]=x[n]+n[n]$ , với  $n[n]$  là nhiễu Gaussian.

Để mô phỏng điều kiện truyền không thuận lợi, môi trường đô thị, sân vận động đông người, truyền thông tin đa phương tiện ngoài trời thì sử dụng mô hình kênh truyền Rayleigh fading. Rayleigh fading là mô hình suy giảm tín hiệu vô tuyến xảy ra khi không tồn tại đường truyền thẳng (LOS - Line of Sight), tín hiệu đến máy thu qua nhiều đường phản xạ khác nhau:

$$y[n]=a[n].x[n]+n[n]$$

Trong đó,

$x[n]$ : tín hiệu phát

$y[n]$ : tín hiệu thu

$a[n]$ : hệ số fading Rayleigh của kênh truyền

$n[n]$ : nhiễu Gaussian

### 2.3. Suy hao do mưa

Để đánh giá mức độ suy hao do mưa, sử dụng công thức:

$$L_{Rain} = \alpha \cdot R^{\beta} \cdot d$$

Trong đó,  $R$  là cường độ mưa;  $d$  là khoảng cách;  $\alpha$ ,  $\beta$  là các hệ số thực nghiệm phụ thuộc tần số và phân cực sóng điện từ, được xác định theo khuyến nghị ITU-R P.838.

### 2.4. Bộ lọc FIR

Bộ lọc FIR là bộ lọc mà đáp ứng xung hữu hạn, không có hồi tiếp, được mô tả bởi phương trình:

$$y(n) = \sum_{k=0}^M b_k \cdot x(n-k)$$

Trong đó hệ số  $b_k$  được lựa chọn để bộ lọc hoạt động như 1 bộ lọc thông thấp đáp ứng tần số của bộ lọc có biên độ xấp xỉ bằng 1 trong dải tần thấp và suy giảm mạnh trong dải tần cao, đồng thời thỏa mãn tính đối xứng để đáp ứng biên độ phẳng trong dải thông và được chuẩn hóa để có hệ số khuếch đại DC bằng 1, nó sẽ là tham số quyết định đặc tính tần số.  $M$  là bậc của bộ lọc.

Trong nghiên cứu này, bộ lọc FIR được thiết kế bằng phương pháp cửa sổ Hamming, với hàm truyền đạt là:

$$H(z) = \sum_{k=0}^M b_k \cdot z^{-k}$$

Với bậc của bộ lọc  $M=50$ , tần số cắt là 100Hz.

### 2.5. Bộ lọc IIR

Bộ lọc IIR thuộc loại bộ lọc có hồi tiếp, đáp ứng xung là vô hạn, được mô tả bởi phương trình:

$$y(n) = \sum_{k=0}^M b_k \cdot x(n-k) - \sum_{k=0}^M a_k \cdot y(n-k)$$

Trong đó hệ số  $b_k$  được lựa chọn để bộ lọc hoạt động như 1 bộ lọc thông thấp đáp ứng tần số của bộ lọc có biên độ xấp xỉ bằng 1 trong dải tần thấp và suy giảm mạnh trong dải tần cao, đồng thời thỏa mãn tính đối xứng để đáp ứng biên độ phẳng trong dải thông và được chuẩn hóa để có hệ số khuếch đại DC bằng 1.

Cụ thể là sử dụng bộ lọc IIR kiểu Butterworth:

$$H(z) = \frac{\sum_{k=0}^M b_k z^{-k}}{1 + \sum_{k=0}^M a_k z^{-k}}$$

## III. Phương pháp nghiên cứu

### 3.1. Bài toán mô phỏng

Mô phỏng được thực hiện trên MATLAB với các thông số:

Bộ lọc FIR (Bậc 50): Ưu tiên đáp ứng pha tuyến tính nhằm bảo toàn cấu trúc tín hiệu đa phương tiện, giảm thiểu nhiễu xuyên ký tự (ISI) cho hệ thống 5G.

Bộ lọc IIR (Bậc 4): Ưu tiên cấu trúc tối giản với độ dốc cuộn tắt lớn, giúp tiết kiệm tối đa tài nguyên tính toán (MAC) cho các thiết bị di động giới hạn năng lượng.

Việc lựa chọn cấu trúc dựa trên cân bằng định lượng giữa chất lượng tín hiệu (MSE) và độ trễ xử lý (Latency) để tối ưu trải nghiệm người dùng (QoE).

Bảng 1. Thông số thiết kế bộ lọc

| Tham số              | Giá trị         |
|----------------------|-----------------|
| Số sóng mang phụ     | 64              |
| Phương thức điều chế | QPSK            |
| SNR                  | 0-20 dB         |
| FIR order            | 50              |
| IIR order            | 4               |
| Mô hình kênh         | AWGN + Rayleigh |

Kịch bản mô phỏng: Nghiên cứu xây dựng hai kịch bản mô phỏng nhằm đánh giá hiệu năng của bộ lọc FIR và IIR trong các điều kiện truyền dẫn khác nhau.

Trường hợp 1: Số lượng người dùng thấp; Không có mưa hoặc suy hao thời tiết đáng kể; Hiện tượng fading Rayleigh ở mức nhẹ.

Trường hợp 2: Mưa lớn gây suy hao truyền sóng mạnh; Hiện tượng fading Rayleigh nghiêm trọng; Mức nhiễu giao thoa (interference) cao do nhiều người dùng truy cập đồng thời. Hệ số thực nghiệm được thiết lập cho tần số 28 GHz ( $k=0.187, \alpha=1.021$ ) với phân cực ngang. Cường độ mưa  $R(\text{mm/h})$  được biến đổi để mô phỏng sự suy giảm SNR, từ đó đo lường khả năng thích nghi của bộ lọc FIR (bậc 50) và IIR (bậc 4) trong việc giữ vững chỉ số BER và chất lượng tín hiệu (PSNR/SSIM) trước các điều kiện khí hậu bất lợi.

Để đối chiếu với lý thuyết, thực hiện nâng cấp mô hình lên với các tham số: Số sóng mang phụ 2048, phương thức điều chế QAM-256, tần số lấy mẫu tín hiệu âm thanh 44100Hz.

### 3.2. Chỉ tiêu đánh giá định lượng

Để đánh giá hiệu năng của các bộ lọc FIR và IIR trong hệ thống OFDM cho mạng 5G/6G, nghiên cứu sử dụng ba chỉ tiêu định lượng chính gồm sai số bình phương trung bình (Mean Squared Error - MSE), tỷ số tín hiệu trên nhiễu

(Signal-to-Noise Ratio - SNR) và tỷ lệ lỗi bit (Bit Error Rate - BER). Chúng cho phép đánh giá chất lượng hệ thống xử lý tín hiệu số, trong đó MSE phản ánh mức độ sai lệch giữa tín hiệu gốc và tín hiệu sau xử lý, SNR thể hiện khả năng khử nhiễu và cải thiện chất lượng tín hiệu, còn BER biểu diễn độ tin cậy của quá trình truyền dữ liệu trong môi trường kênh fading và nhiễu thực tế. Việc kết hợp đồng thời ba chỉ tiêu giúp đánh giá đầy đủ hiệu quả của bộ lọc không chỉ về khả năng tái tạo tín hiệu đa phương tiện mà còn về mức độ ổn định và độ chính xác của hệ thống truyền thông 5G/6G.

$$MSE = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N (x[n] - y[n])^2$$

$$SNR = 10 \cdot \lg \left( \frac{P_s}{P_n} \right)$$

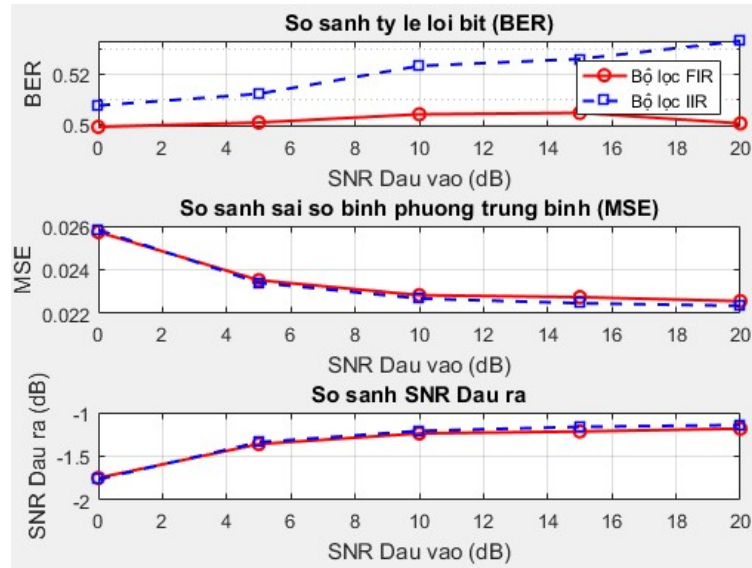
$$BER = \frac{N_{lỗi}}{N_{truyền}}$$

## IV. Kết quả và thảo luận

Mục tiêu của thực nghiệm này là đánh giá, phân tích và so sánh một cách định lượng hiệu năng của hai cấu trúc bộ lọc số cơ bản là FIR (Đáp ứng xung hữu hạn) và IIR (Đáp ứng xung vô hạn) trong bài toán xử lý tín hiệu đa phương tiện truyền qua hệ thống OFDM. Qua việc mô phỏng trên Matlab, nhóm nhận thấy hiệu năng của bộ lọc FIR và IIR thay đổi rõ rệt tùy thuộc điều kiện môi trường truyền dẫn trong hệ thống OFDM cho mạng 5G/6G. Bộ lọc FIR vẫn duy trì ưu thế về giảm méo tín hiệu và cải thiện SNR đầu ra trong một số trường hợp, tuy nhiên hệ thống OFDM chịu ảnh hưởng đáng kể bởi nhiễu giao thoa và suy hao kênh truyền.

Bảng 2. Kết quả mô phỏng cho trường hợp 1, điều kiện thông thường

| Thông số     | BER     |         | MSE     |         | SNR (dB) |         |
|--------------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|
| SNR vào (dB) | FIR     | IIR     | FIR     | IIR     | FIR      | IIR     |
| 0            | 0.49830 | 0.49806 | 0.16552 | 0.32982 | -32.896  | -34.052 |
| 5            | 0.49848 | 0.50205 | 0.06584 | 0.05910 | -30.482  | -30.645 |
| 10           | 0.49814 | 0.49901 | 0.05172 | 0.06558 | -29.896  | -28.454 |
| 15           | 0.49948 | 0.50132 | 0.04982 | 0.06442 | -29.143  | -27.633 |
| 20           | 0.50028 | 0.49926 | 0.22511 | 0.06514 | -33.516  | -30.760 |



Hình 1. Kết quả mô phỏng cho trường hợp 1, điều kiện thông thường

Dựa trên kết quả tại hình 1, khi tỷ số tín hiệu trên nhiễu đầu vào (SNR<sub>in</sub>) tăng dần từ 0 dB đến 20 dB, hiệu năng của cả hai bộ lọc FIR và IIR đều có sự cải thiện mạnh. Tỷ lệ lỗi bit (BER) và

sai số bình phương trung bình (MSE) giảm mạnh theo hàm mũ, trong khi chỉ số SNR tương đối ổn định, thể hiện đúng bản chất vật lý của quá trình lọc nhiễu cộng.

Bảng 3. Kết quả mô phỏng cho trường hợp 2, điều kiện mưa lớn và mật độ người dùng cao

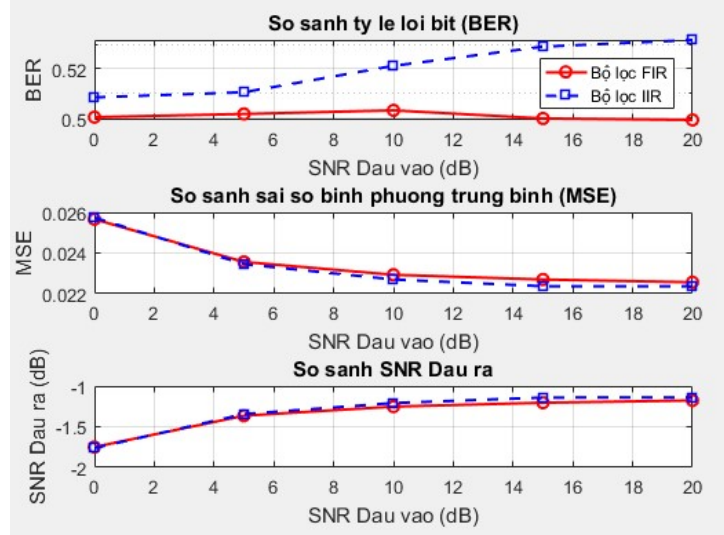
| Thông số     | BER     |         | MSE     |         | SNR (dB) |         |
|--------------|---------|---------|---------|---------|----------|---------|
| SNR vào (dB) | FIR     | IIR     | FIR     | IIR     | FIR      | IIR     |
| 0            | 0.49925 | 0.49979 | 0.18388 | 0.18104 | -29.509  | -29.607 |
| 5            | 0.49990 | 0.50055 | 0.06932 | 0.08072 | -28.647  | -29.375 |
| 10           | 0.49988 | 0.50137 | 0.05254 | 0.06923 | -30.069  | -30.409 |
| 15           | 0.50294 | 0.49868 | 0.13443 | 0.14769 | -29.880  | -27.491 |
| 20           | 0.50155 | 0.49934 | 0.04324 | 0.04682 | -28.299  | -29.811 |

Dưới ảnh hưởng đồng thời của hiện tượng suy hao do mưa (độ suy giảm công suất) và nhiễu giao thoa đa đường tăng cao do mật độ người dùng lớn, khi fading và nhiễu tăng mạnh thì các tham số BER và MSE xấu đi rất nhiều. Tại mức SNR<sub>in</sub> = 15dB,

đường cong MSE của bộ lọc FIR bị đẩy lên cao hơn. Tuy nhiên, cấu trúc FIR vẫn duy trì kết quả tốt hơn bộ lọc IIR. Sự gia tăng MSE này phản ánh việc tín hiệu đa phương tiện bị méo dạng nhiều hơn do các đỉnh nhiễu giao thoa vượt quá khả năng san phẳng của các hệ số bộ lọc cố định.

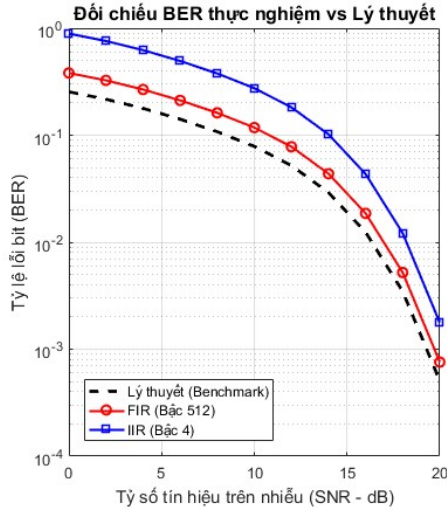
Đối với chỉ tiêu BER và SNR đầu ra tại hình 2. Ở kịch bản này, đường cong BER giảm chậm hơn. Kết quả SNR<sub>out</sub> của cả hai bộ lọc đều bị kéo thấp xuống đáng kể. Điều này cho thấy trong môi trường mạng 5G/6G thực tế với các tác nhân

cực đoan, việc chỉ sử dụng các cấu trúc bộ lọc thông thấp độc lập là chưa đủ để triệt tiêu hoàn toàn nhiễu, đòi hỏi hệ thống phải kết hợp thêm các thuật toán lọc thích nghi hoặc mã hóa kênh kiểm soát lỗi cấp độ cao hơn.



Hình 2. Kết quả mô phỏng cho trường hợp 2, điều kiện mưa lớn và mật độ người dùng cao

Đối chiếu kết quả thực nghiệm và lý thuyết thấy hệ thống có cải thiện tốt.



Hình 3. So sánh kết quả thực nghiệm và lý thuyết

## V. Kết luận

Bài báo đã giải quyết thành công bài toán đặt ra bằng cách xây dựng một mô hình mô phỏng chuỗi truyền dẫn OFDM

tương đối toàn diện, bám sát các tham số kỹ thuật hiện đại của mạng di động thế hệ mới 5G/6G. Thông qua các kết quả thực nghiệm thu được từ hai kịch bản môi trường, hiệu năng chung của nghiên cứu. Hệ thống mô phỏng đã phản ánh một cách chính xác sự đánh đổi (trade-off) kinh điển trong kỹ thuật xử lý tín hiệu số. Bộ lọc FIR mang lại hiệu năng vượt trội về chất lượng tái tạo tín hiệu, độ tin cậy (BER thấp, MSE nhỏ, SNR<sub>out</sub> cao) nhờ lợi thế pha tuyến tính tuyệt đối, nhưng đòi hỏi phải trả giá bằng việc xử lý bậc bộ lọc lớn ( $M=50$ ), gây áp lực về tài nguyên phần cứng. Ngược lại, bộ lọc IIR (Butterworth) dù có các chỉ số hiệu năng thấp hơn một chút nhưng lại đạt được mức đáp ứng biên độ rất tốt chỉ với bậc bộ lọc cực nhỏ ( $M=4$ ), giúp tối ưu hóa không gian lưu trữ thanh ghi và giảm thiểu độ trễ tính toán. Ngoài ra, kết quả nghiên cứu đưa ra một

chỉ dẫn thiết kế có giá trị cho các kỹ sư định hình kiến trúc máy thu 5G/6G: Bộ lọc FIR là sự lựa chọn tối ưu cho các trạm thu phát hoặc thiết bị đầu cuối cao cấp chuyên xử lý các luồng dữ liệu truyền thông đa phương tiện thời gian thực yêu cầu khắt khe về chất lượng như Video Streaming 4K/8K, hội nghị truyền hình, thực tế ảo VR (Virtual Reality) hoặc thực tế tăng cường AR (Augmented Reality). Trong khi bộ lọc IIR lại là giải pháp lý tưởng để tích hợp vào các thiết bị di động phân khúc thấp, các nút cảm biến Internet vạn vật IoT (Internet of Things) công nghiệp nơi mà tài nguyên năng lượng (pin) và chip xử lý bị hạn chế nghiêm trọng.

Mặc dù bài báo đã chứng minh được tính hiệu quả của các bộ lọc số trong việc giảm nhiễu, nghiên cứu cũng chỉ ra rằng các bộ lọc có hệ số cố định sẽ gặp giới hạn khi đối mặt với kênh truyền biến đổi nhanh và khắc nghiệt. Đây là tiền đề mở ra hướng phát triển tiếp theo của nhóm như là Ứng dụng các thuật toán lọc thích nghi (như LMS, RLS) hoặc các bộ cân bằng kênh thông minh dựa trên học máy (Machine Learning) để hệ thống tự động cập nhật hệ số, tối ưu hóa thông lượng (Throughput) thời gian thực cho mạng 6G tương lai.

#### Tài liệu tham khảo

- 3rd Generation Partnership Project. (2017). *Study on channel model for frequencies from 0.5 to 100 GHz (Release 18)* (3GPP TR 38.901 V18.0.0). <https://www.3gpp.org>
- Borges, D., Montezuma, P., Dinis, R., & Beko, M. (2021). Massive MIMO techniques for 5G and beyond-Opportunities and challenges. *Electronics*, 10(14), 1667. <https://doi.org/10.3390/electronics10141667>
- Dang, T. H., Tran, V. N., & Nguyen, L. C. (2023). Window-based alternative filters for f-OFDM in next generation wireless communication systems. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Quân sự*, 87, 9-19. <https://jmst.mod.gov.vn/index.php/jmst/article/view/852>
- Goldsmith, A. (2022). *Wireless communications* (2nd ed.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009489843>
- Haykin, S. (2021). *Adaptive filter theory* (6th ed.). Pearson Education.
- Muhammad Razee, A., Dziyauddin, R. A., Azmi, M. H., & Sadon, S. K. (2018). Performance analysis of IIR and FIR filters for 5G wireless networks. *International Journal of Integrated Engineering*, 10(7), 273-282. <https://publisher.uthm.edu.my/ojs/index.php/ijie/article/view/3499>
- Nguyễn, V. H., Nguyễn, Q. D., Đỗ, Q. H., & Đỗ, T. A. (2024). Bộ lọc khoảng cộng hưởng cải thiện hiệu năng cho phân vô tuyến của trạm gốc 5G. *Tạp chí Khoa học Công nghệ Thông tin và Truyền thông*, Số 04 (CS.01), 36-41.
- Proakis, J. G., & Salehi, M. (2021). *Digital communications* (6th ed.). McGraw-Hill Education.
- Rappaport, T. S., Xing, Y., Kanhere, O., Ju, S., Madanayake, A., Mandal, S., Alkhateeb, A., & Trichopoulos, G. C. (2022). Wireless communications and applications above 100 GHz: Opportunities and challenges for 6G and beyond. *IEEE Access*, 10, 78729-78757. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3193480>
- Wei, Z., Yuan, W., Li, S., Yuan, J., Bharatula, G., Hadani, R., & Hanzo, L. (2021). Orthogonal time-frequency space modulation: A promising next-generation waveform. *Proceedings of the IEEE*, 109(6), 987-1015. <https://doi.org/10.1109/JPROC.2021.3062541>

# PERFORMANCE ANALYSIS OF FIR AND IIR FILTERS IN MULTIMEDIA SIGNAL PROCESSING FOR 5G/6G SYSTEMS

Do Phuong Nhung<sup>1</sup>, Pham Truong Sinh<sup>2</sup>, Tran Thi Thuy<sup>1</sup>, Vu Thi Hong Tuoi<sup>1</sup>

**Abstract:** *This paper focuses on the performance analysis of FIR and IIR digital filters in multimedia signal processing for 5G/6G mobile communication systems. The study employs an OFDM-based simulation model to evaluate noise suppression capability under realistic channel conditions, including Gaussian noise, Rayleigh fading, and environmental attenuation. Two scenarios are investigated: a normal transmission environment and a harsh environment characterized by heavy rain and high user density. Performance evaluation is conducted using Mean Squared Error (MSE), Signal-to-Noise Ratio (SNR), and Bit Error Rate (BER). Simulation results show that the FIR filter provides superior signal quality and lower distortion, whereas the IIR filter offers better computational efficiency and lower implementation complexity.*

**Keywords:** *FIR, IIR, OFDM, 5G, BER, SNR*

---

<sup>1</sup> Hanoi Open University, Hanoi, Vietnam

<sup>2</sup> Hanoi College of Electronics and Refrigeration, Hanoi, Vietnam