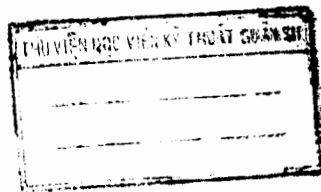


PROAKIS J. G. và SALEHI M.

**CÁC HỆ THỐNG THÔNG TIN HIỆN NAY
TRÌNH BÀY THÔNG QUA SỬ DỤNG MATLAB**



HÀ NỘI- 2003

NGƯỜI DỊCH: TS. NGUYỄN QUỐC BÌNH
KS. NGUYỄN HUY QUÂN

MỤC LỤC

Lời người dịch	7
Lời giới thiệu	9
Lời nói đầu	11
CHƯƠNG 1. CÁC TÍN HIỆU VÀ CÁC HỆ THỐNG TUYẾN TÍNH	16
1.1 Giới thiệu chung	16
1.2 Chuỗi Fourier	16
1.2.1 Các tín hiệu tuần hoàn và các hệ thống tuyến tính không biến đổi theo thời gian	28
1.3 Các biến đổi Fourier	33
1.3.1 Định lý lấy mẫu	38
1.3.2 Phân tích trên miền tần số các hệ thống LTI	44
1.4 Công suất và năng lượng	48
1.5 Tương đương thông thấp của các tín hiệu dải thông	52
CHƯƠNG 2. CÁC QUÁ TRÌNH NGẪU NHIÊN	63
2.1 Giới thiệu chung	63
2.2 Tạo các biến ngẫu nhiên	63
2.3 Các quá trình ngẫu nhiên Gauss và Gauss-Markov	69
2.4 Phổ công suất của các quá trình ngẫu nhiên và các quá trình trắng	76
2.5 Lọc tuyến tính các quá trình ngẫu nhiên	83
2.6 Các quá trình thông dải và thông thấp	89
CHƯƠNG 3. ĐIỀU CHẾ TƯƠNG TỰ	100
3.1 Giới thiệu chung	100
3.2 Điều chế biên độ	101
3.2.1 DSB-AM	101
3.2.2 AM truyền thống	112
3.2.3 SSB-AM	119
3.3 Giải điều chế các tín hiệu điều chế biên độ	125
3.3.1 Giải điều chế DSB-AM	126
3.3.2 Giải điều chế SSB-AM	134
3.3.3 Giải điều chế AM truyền thống	139
3.4 Điều chế góc	147
CHƯƠNG 4. BIẾN ĐỔI TƯƠNG TỰ – SỐ	164
4.1 Giới thiệu chung	164
4.2 Độ đo thông tin	165
4.2.1 Mã hoá không tạp	166
4.3 Lượng tử hoá	172
4.3.1 Lượng tử hoá vô hướng	172
4.4 Điều chế mã xung (PCM)	183
4.4.1 PCM với lượng tử hoá đều	183
4.4.2 PCM với lượng tử hoá không đều	188
CHƯƠNG 5. TRUYỀN DẪN TÍN HIỆU SỐ BẰNG GỐC	201
5.1 Giới thiệu chung	201
5.2 Truyền dẫn tín hiệu nhị phân	201
5.2.1 Máy thu tối ưu đối với kênh AWGN	202
5.2.2 Mô phỏng Monte-Carlo một hệ thống truyền tin nhị phân	209
5.2.3 Các phương pháp truyền dẫn tín hiệu nhị phân khác	213
5.2.4 Biểu đồ sao của tín hiệu đối với các tín hiệu nhị phân	223
5.3 Truyền dẫn tín hiệu nhiều biên độ	225
5.3.1 Các dạng sóng với 4 mức biên độ	226
5.3.2 Máy thu tối ưu đối với kênh AWGN	228
5.3.3 Các dạng sóng tín hiệu với nhiều mức biên độ	235

5.4 Các tín hiệu nhiều chiều	239
5.4.1 Các tín hiệu trực giao nhiều chiều	239
5.4.2 Các tín hiệu trực giao đôi	249
CHƯƠNG 6. TRUYỀN DẪN SỐ QUA KÊNH CÓ BĂNG THÔNG HỮU HẠN	261
6.1 Giới thiệu chung	261
6.2 Phổ công suất của một tín hiệu số PAM	261
6.3 Đặc trưng của các kênh có độ rộng băng thông hữu hạn và méo kênh	266
6.4 Đặc trưng của xuyên nhiễu giữa các dấu	278
6.5 Thiết kế hệ thống truyền tin đối với các kênh có băng thông hữu hạn	283
6.5.1 Thiết kế tín hiệu để ISI bằng không	284
6.5.2 Thiết kế tín hiệu để có ISI kiểm soát được	289
6.5.3 Tiên mã hoá đối với các tín hiệu đáp ứng một phần	295
6.6 Các bộ san bằng tuyến tính	299
6.6.1 Các bộ san bằng tuyến tính thích nghi	309
6.7 Các bộ san bằng phi tuyến	316
CHƯƠNG 7. TRUYỀN DẪN SỐ THÔNG QUA ĐIỀU CHẾ SÓNG MANG	327
7.1 Giới thiệu chung	327
7.2 Điều chế biên độ sóng mang	327
7.2.1 Giải điều chế các tín hiệu PAM	330
7.3 Điều chế pha sóng mang	334
7.3.1 Giải điều chế pha và tách tín hiệu	338
7.3.2 Điều chế và giải điều chế pha vi sai	345
7.4 Điều chế biên độ vuông góc	354
7.4.1 Giải điều chế và tách tín hiệu QAM	355
7.4.2 Xác suất lỗi đối với QAM trong một kênh AWGN	357
7.5 Điều chế tần số sóng mang	362
7.5.1 Khoa dịch tần số	362
7.5.2 Giải điều chế và tách các tín hiệu FSK	364
7.5.3 Xác suất lỗi đối với tách không kết hợp tín hiệu FSK	370
7.6 Đồng bộ trong các hệ thống thông tin	375
7.6.1 Đồng bộ sóng mang	376
7.6.2 Đồng bộ đồng hồ	382
CHƯƠNG 8. DUNG LƯỢNG KÊNH VÀ MÃ HOÁ KÊNH	393
8.1 Giới thiệu chung	393
8.2 Mô hình kênh và dung lượng kênh	394
8.2.1 Mô hình kênh	394
8.2.2 Dung lượng kênh	395
8.3 Mã hoá kênh	406
8.3.1 Mã khối tuyến tính	409
8.3.2 Các mã chập	423
CHƯƠNG 9. CÁC HỆ THỐNG THÔNG TIN TRẢI PHỔ	447
9.1 Giới thiệu chung	447
9.2 Các hệ thống trải phổ chuỗi trực tiếp	448
9.2.1 Giải điều chế tín hiệu	451
9.2.2 Xác suất lỗi	453
9.2.3 Hai ứng dụng của các tín hiệu trải phổ DS	455
9.3 Tạo các chuỗi PN	462
9.4. Trải phổ nhảy tần	468
9.4.1 Xác suất lỗi đối với các tín hiệu FH	470
9.4.2 Sử dụng phân tập tín hiệu để khắc phục nhiễu một phần băng	476
Tài liệu tham khảo	484

LỜI NGƯỜI DỊCH

Các hệ thống thông tin liên lạc hiện đang phát triển hết sức nhanh chóng. Ngay ở Việt nam, trong hơn mười năm qua chúng ta đã được chứng kiến một sự biến đổi ngoạn mục các hệ thống thông tin liên lạc, với việc đưa vào khai thác trên diện rộng một cơ sở hạ tầng viễn thông to lớn, phục vụ rất nhiều dịch vụ mới trên cơ sở các hệ thống thông tin số. Tương ứng với điều đó, việc đào tạo một thế hệ các cán bộ kỹ thuật có trình độ cao, cập nhật với sự phát triển của các công nghệ mới đã và đang được xúc tiến một cách có hệ thống. Tuy nhiên, một trong các điểm chung tại các trường đại học đào tạo kỹ sư và cán bộ kỹ thuật chuyên ngành điện tử-viễn thông hiện nay của nước ta là sự thiếu thốn các tài liệu học tập chuyên ngành tốt cho phép người học có được cái nhìn sâu sắc vào những vấn đề kỹ thuật phức tạp của các hệ thống thông tin. Chúng tôi đã chọn dịch cuốn sách này trong số rất nhiều các tài liệu tiếng Anh về kỹ thuật thông tin khác nhằm bù đắp phần nào sự thiếu hụt nói trên.

Bạn đọc đang có trên tay bản dịch của cuốn “Các hệ thống thông tin hiện nay-Trình bày thông qua sử dụng MATLAB” (*Contemporary Communication Systems-Using MATLAB*), nhà xuất bản Brooks/Cole, Mỹ, xuất bản lần thứ nhất năm 2000. Các tác giả của cuốn sách này là các học giả lừng danh và là các giáo sư đại học đầy kinh nghiệm của Mỹ¹. Cuốn sách này, theo suy nghĩ của chúng tôi - những người đang trực tiếp nghiên cứu và giảng dạy về kỹ thuật viễn thông - là một cuốn sách rất tốt về nội dung, hiện đại về phương pháp trình bày và phù hợp với nhiều

¹ Proakis J. G. là tác giả của cuốn “Thông tin số” (*Digital Communications*) nổi tiếng, đã được tái bản ở Mỹ tới lần thứ tư trong vòng 10 năm gần đây.

đối tượng, từ sinh viên đang theo học những năm cuối chuyên ngành điện tử-viễn thông đến các kỹ sư đang trực tiếp nghiên cứu và công tác trên các hệ thống viễn thông. Cuốn sách cung cấp những tóm tắt lý thuyết cơ bản nhất về các hệ thống thông tin hiện nay - cả hệ thống tương tự lẫn hệ thống số - một cách hết sức súc tích mà vẫn dễ hiểu, đồng thời cung cấp cho người học khả năng đào sâu vào các vấn đề kỹ thuật rất phức tạp vốn có vẻ như hết sức tẻ nhạt thông qua sử dụng kỹ thuật mô phỏng máy tính. Nói một cách khác, cuốn sách này lời cuốn và gợi lên được niềm hứng khởi đối với người đọc trong quá trình học tập và tập dượt nghiên cứu.

Hiện tại, các thuật ngữ kỹ thuật trong các tài liệu ấn hành ở nước ta còn chưa thống nhất. Trong quá trình biên dịch, chúng tôi đã cố gắng tham khảo cách sử dụng các thuật ngữ kỹ thuật trong các tài liệu tiếng Việt khác và trong những trường hợp còn chưa hoàn toàn thống nhất, các thuật ngữ kỹ thuật được chuyển nghĩa sang tiếng Việt theo các tự điển phổ thông và chuyên ngành đang được lưu hành rộng rãi. Để người đọc thuận tiện trong tra cứu, trong những trường hợp này các thuật ngữ kỹ thuật được chưa thống nhất bằng tiếng Anh. Một số thuật ngữ đã Việt hoá rộng rãi được dùng ở dạng phiên âm, hoặc gần như đã Việt hoá thì được để nguyên thể tiếng Anh và in nghiêng (như *symbol*, *analog*...).

Về phân công biên dịch, Ts. Nguyễn Quốc Bình thuộc Học viện kỹ thuật quân sự dịch các chương 1-5 và 7-9, chương 6 do Ks. Nguyễn Huy Quân thuộc Học viện Công nghệ bưu chính và viễn thông đảm nhiệm. Ts. Nguyễn Quốc Bình hiệu đính toàn bộ và chịu trách nhiệm trình bày sách. Trong quá trình biên dịch và trình bày sách, chắc chắn còn có những thiếu sót. Mọi ý kiến góp ý với những người dịch xin gửi về địa chỉ: Ts. Nguyễn Quốc Bình, Bộ môn thông tin, Học viện KTQS, 100 Đường Hoàng Quốc Việt, Hà Nội.

Hà Nội, tháng 10 năm 2002

Những người dịch

LỜI GIỚI THIỆU

“Mục đích của tính toán là để thấu hiểu vấn đề chứ không phải là các con số.”-R. W. Hamming, *Các phương pháp tính số dành cho các kỹ sư và các nhà khoa học*, Nhà xuất bản McGraw-Hill, Inc.

Đó chính là tinh thần trong suy nghĩ của chúng tôi mà theo đó chúng tôi cho ra Bookware Companion Series™.

Các công nghệ mới nhất và các phương pháp hiện đại ngày càng được nhồi nhét nhiều hơn vào các cuốn giảng vốn đã dày đặc các lý thuyết quan trọng. Hậu quả là bây giờ nhiều giảng viên đã phải đặt câu hỏi rằng “Chúng ta đơn giản đi dạy cho sinh viên về công nghệ mới nhất hay ta dạy cho họ cách suy luận?”. Chúng tôi tin tưởng rằng cả hai điều cần thiết đó không loại trừ lẫn nhau. Thật vậy, bộ sách này dựa trên niềm tin rằng các việc giải bằng máy tính và lý thuyết có thể đồng thời hỗ trợ lẫn nhau. Khi được sử dụng một cách đúng đắn, việc tính toán có thể minh họa cho lý thuyết và giúp cho sinh viên suy nghĩ, phân tích và suy luận theo các cách đầy ý nghĩa. Nó cũng giúp cho sinh viên hiểu được các mối quan hệ và các liên kết giữa thông tin mới với hiểu biết hiện có và giúp cho họ trau dồi các kỹ năng giải quyết vấn đề, khả năng trực giác cũng như tư duy phê phán. Bookware Companion Series đã được phát triển nhằm đáp ứng nhiệm vụ này.

Đặc biệt, bộ sách này được thiết kế cho những người làm công tác đào tạo muốn tích hợp các công cụ học tập dựa trên máy tính vào các cuốn giảng của mình và cho các sinh viên muốn tự mình đi xa hơn nữa ngoài khuôn khổ của giáo trình. Các giảng viên sẽ tìm thấy được trong loạt sách này các phương tiện cho phép sử

dụng các công cụ phần mềm mạnh hỗ trợ các hoạt động giảng dạy của họ mà không cần phải tự mình tạo lấy các ứng dụng. Các sinh viên sẽ tìm thấy những vấn đề liên quan và có thể nhanh chóng và dễ dàng có được cách truy nhập điện tử đối với các vấn đề đó. Điều quan trọng đối với cả hai đối tượng là tiền đề xây dựng nên bộ sách này: các sinh viên học được tốt nhất khi họ được lôi cuốn vào một cách tích cực trong việc học tập của riêng mình. Bookware Companion Series sẽ thu hút họ, cho họ nếm thử các vấn đề của cuộc sống thực, bày cho họ các kỹ thuật rõ ràng để giải quyết các vấn đề thực tế và thách thức họ tự mình hiểu và áp dụng các kỹ thuật này.

Để phục vụ các nhu cầu của các bạn tốt hơn, chúng tôi luôn mong có được các cách thức cải tiến bộ sách này. Nhằm mục đích đó, các bạn hãy vui lòng liên hệ với chúng tôi trên trang Web của chúng tôi:

<http://www.brookscole.com/engineering/ee/bookware.html>

Các bạn có thể cho các lời khuyên về cách thức làm cho bộ sách tốt hơn nữa, chia sẻ các ý tưởng của các bạn về cách sử dụng các công nghệ trong lớp học với các đồng nghiệp của các bạn, gợi ý một vấn đề đặc biệt hoặc một thí dụ nào đó cho lần xuất bản sau hoặc cho chúng tôi biết suy nghĩ của các bạn. Chúng tôi chờ đợi nhận được phúc đáp của các bạn và cảm ơn các bạn về những trợ giúp thường xuyên.

Bill Stenquist	Người xuất bản	<i>bill.stenquist@brookscole.com</i>
Heather Woods	Phụ trách biên tập	<i>heather.woods@brookscole.com</i>
Nathan Wilbur	Phụ trách tiếp thị	<i>nathan.wilbur@brookscole.com</i>
Christina DeVeto	Trợ lý tiếp thị	<i>christina.deveto@brookscole.com</i>

LỜI NÓI ĐẦU

Trên thị trường hiện nay rất nhiều giáo trình đề cập tới những vấn đề căn bản trong các hệ thống thông tin số và tương tự, bao gồm các thuật toán mã hoá và giải mã cũng như các kỹ thuật điều chế và giải điều chế. Vì sự cần thiết, hầu hết các giáo trình này đều chuyên chú vào các lý thuyết nhấn mạnh đến việc thiết kế và phân tích hoạt động của một số khối hình thành nên các phần tử cơ bản của hệ thống thông tin như các bộ mã hoá và giải mã, các bộ điều chế và giải điều chế. Tuy vậy, khá ít giáo trình, đặc biệt là các giáo trình được viết cho các sinh viên còn đang theo học, lại chứa đựng một loạt các ứng dụng được thiết kế nhằm thúc đẩy họ trong học tập.

Phạm vi của cuốn sách

Mục tiêu của cuốn sách này là phục vụ như một sách hướng dẫn hay một phần bổ sung cho bất kỳ một giáo trình hỗn hợp nào về các hệ thống thông tin. Cuốn sách này cung cấp một loạt các bài tập có thể giải được trên máy tính (đặc biệt thích hợp với các máy tính cá nhân) bằng cách sử dụng phiên bản MATLAB phổ cập cho sinh viên. Cuốn sách được chuẩn bị thoạt tiên nhằm phục vụ các sinh viên đang học ở những năm trên và các sinh viên đang làm tốt nghiệp trong lĩnh vực kỹ thuật điện, kỹ thuật máy tính và khoa học máy tính. Chúng tôi xem rằng sinh viên (hay người sử dụng sách) thì đã được làm quen với các vấn đề cơ sở của MATLAB. Các chủ đề này không được đề cập đến ở đây nữa do đã có vô số sách trợ giúp và các cảm nang về MATLAB.

Về thiết trí mà nói, việc đề cập tới một loạt các chủ đề sẽ được trình bày vắn tắt. Chúng tôi sẽ trình bày động cơ thúc đẩy vấn đề và một dẫn giải ngắn gọn về từng chủ đề một, thiết lập các ghi chú cần thiết rồi sau đó minh hoạ các khái niệm cơ bản

thông qua một thí dụ. Chúng tôi mong đoạn dẫn giải cơ bản này cùng với người giảng sẽ cung cấp một mức hiểu biết sâu sắc cần thiết đối với các vấn đề được đề cập tới. Thí dụ, chúng tôi đưa ra bộ thu lọc phối hợp và bộ thu tương quan và xác nhận rằng các thiết bị này dẫn đến việc giải điều chế tối ưu các tín hiệu bị nhiễu bởi tạp âm cộng trắng chuẩn (AWGN: *Additive White Gaussian Noise*), song chúng tôi sẽ không chứng minh điều xác quyết này. Sự chứng minh như thế nói chung đều đã được cung cấp trong hầu hết các giáo trình về các hệ thống truyền tin.

Kết cấu của cuốn sách

Cuốn sách này gồm chín chương. Hai chương đầu về các tín hiệu và các hệ thống tuyến tính cũng như về các quá trình ngẫu nhiên đưa ra các kiến thức nền, nói chung cần thiết trong nghiên cứu các hệ thống truyền tin. Một chương nữa bao phủ các kỹ thuật truyền tin *analog* và sáu chương còn lại thì chuyên vào thông tin số.

Chương 1: Các tín hiệu và các hệ thống tuyến tính

Chương này cung cấp một tổng quan về các công cụ và kỹ thuật cơ bản từ việc phân tích các hệ thống tuyến tính bao gồm cả các đặc tính miền tần số và miền thời gian. Các kỹ thuật phân tích trên miền tần số được nhấn mạnh do các kỹ thuật này thường được sử dụng nhất trong khi đề cập tới các hệ thống truyền tin.

Chương 2: Các quá trình ngẫu nhiên

Trong chương này, chúng tôi minh họa các phương pháp tạo các biến ngẫu nhiên và các mẫu của các quá trình ngẫu nhiên. Các chủ đề bao gồm việc tạo các biến ngẫu nhiên có một hàm phân bố xác suất nhất định nào đó, việc tạo các mẫu của các quá trình ngẫu nhiên Gauss và Gauss-Markov, và đặc trưng của các quá trình ngẫu nhiên dừng trong miền thời gian cũng như trong miền tần số.

Chương 3: Điều chế analog

Việc thực hiện các kỹ thuật điều chế và giải điều chế *analog* trong các điều kiện có và không có nhiễu được đề cập trong chương này. Các hệ thống được nghiên cứu bao gồm điều chế biên độ (AM), như điều biên hai băng biên, điều chế đơn biên và điều chế biên độ truyền thống; các sơ đồ điều chế góc như