

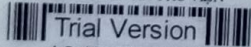
# CƠ SỞ LÝ THUYẾT

## TRUYỀN TIN

TẬP MỘT

ĐẶNG VĂN CHUYẾT  
NGUYỄN TUẤN ANH

TRƯỜNG CDCN HN-THƯ VIỆN

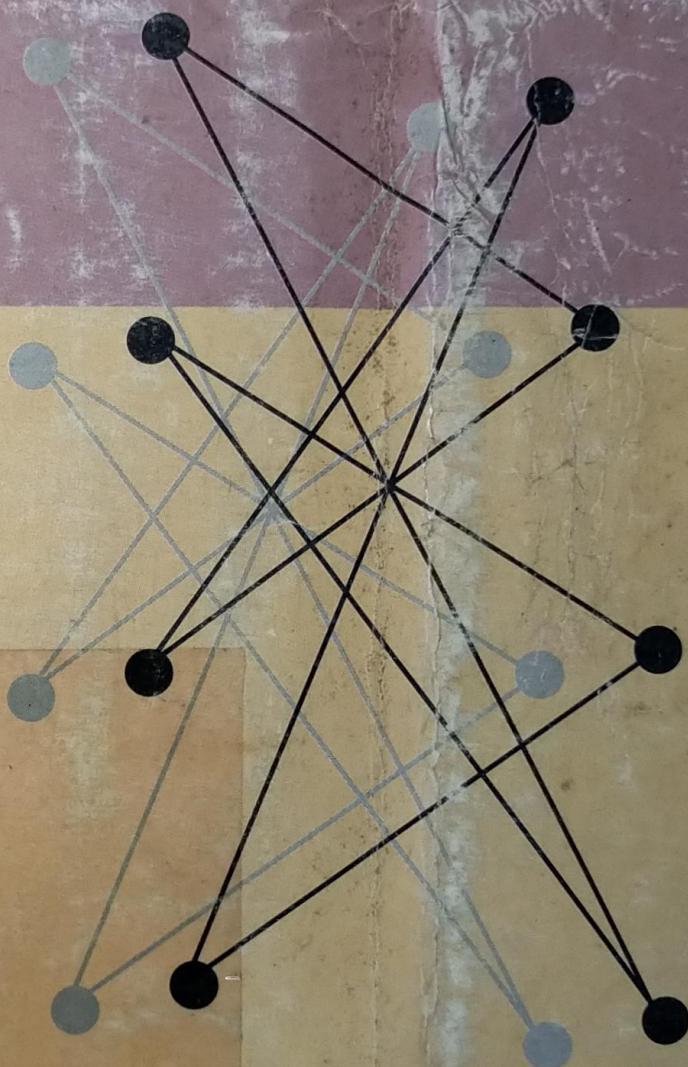


Trial Version

Mã sách: \*01DT2279\*



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC



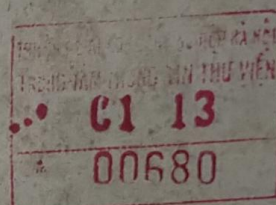
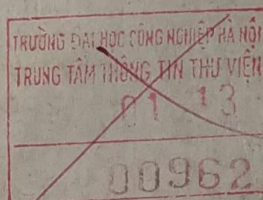


ĐẶNG VĂN CHUYẾT (chủ biên) - NGUYỄN TUẤN ANH



# CƠ SỞ LÝ THUYẾT TRUYỀN TIN

Tập một



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC - 1998



## MỤC LỤC

|                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Lời nói đầu                                                                                        | 3  |
| <b>Chương 1: NHỮNG KHÁI NIỆM CHUNG</b>                                                             | 5  |
| 1-1. Hệ thống truyền tin                                                                           | 5  |
| 1-1-1. Nguồn tin nguyên thủy                                                                       | 7  |
| 1-1-2. Kênh tin                                                                                    | 9  |
| 1-1-3. Nhận tin                                                                                    | 11 |
| 1-1-4. Những vấn đề cơ bản của hệ thống truyền tin                                                 | 11 |
| 1-2. Rời rạc hóa một nguồn tin liên tục                                                            | 12 |
| 1-2-1. Lấy mẫu                                                                                     | 12 |
| 1-2-2. Lượng tử hóa                                                                                | 12 |
| 1-3. Độ đo thông tin                                                                               | 13 |
| 1-4. Mã hóa                                                                                        | 14 |
| 1-5. Điều chế và giải điều chế                                                                     | 16 |
| <b>CHƯƠNG 2: XÁC SUẤT VÀ QUÁ TRÌNH NGẪU NHIÊN</b>                                                  | 18 |
| 2-1. Xác suất                                                                                      | 18 |
| 2-1-1. Định nghĩa về xác suất                                                                      | 18 |
| 2-1-2. Biến ngẫu nhiên, hàm phân bố xác suất và hàm mật độ phân bố xác suất                        | 21 |
| 2-1-3. Hàm của biến ngẫu nhiên                                                                     | 25 |
| 2-1-4. Trị trung bình thống kê của các biến ngẫu nhiên                                             | 29 |
| 2-1-5. Một số phân bố xác suất thường gặp                                                          | 32 |
| 2-1-6. Giới hạn trên của xác suất ngưỡng                                                           | 45 |
| 2-1-7. Tổng các biến ngẫu nhiên và định lý giới hạn trung tâm                                      | 50 |
| 2-2. Quá trình ngẫu nhiên                                                                          | 54 |
| 2-2-1. Các trị trung bình thống kê                                                                 | 55 |
| 2-2-2. Phổ mật độ công suất                                                                        | 58 |
| 2-2-3. Đáp ứng của một hệ thống tuyến tính bất biến theo thời gian với một tín hiệu vào ngẫu nhiên | 59 |
| 2-2-4. Định lý lấy mẫu cho quá trình ngẫu nhiên có băng tần hạn chế                                | 62 |
| 2-2-5. Tín hiệu ngẫu nhiên rời rạc theo thời gian                                                  | 63 |
| 2-2-6. Các quá trình dừng vòng (Cyclostationary)                                                   | 65 |
| <b>CHƯƠNG 3: THÔNG TIN VÀ LƯỢNG TIN</b>                                                            | 69 |
| 3-1. Khái niệm thông tin                                                                           | 69 |
| 3-2. Lượng tin của nguồn rời rạc                                                                   | 69 |
| 3-2-1. Nguồn rời rạc                                                                               | 69 |
| 3-2-2. Lượng tin riêng, lượng tin tương hỗ, lượng tin có điều kiện                                 | 72 |
| 3-2-3. Tính chất của lượng tin                                                                     | 73 |



|                                                            |     |
|------------------------------------------------------------|-----|
| 3-3. Entropi của nguồn rời rạc                             | 74  |
| 3-3-1. Tính chất của entropi $H(X)$                        | 75  |
| 3-3-2. Tốc độ lập tin và độ dư của nguồn                   | 75  |
| 3-3-3. Entropi của nguồn Markov                            | 76  |
| 3-4. Kênh rời rạc                                          | 76  |
| 3-4-1. Định nghĩa                                          | 76  |
| 3-4-2. Entropi ở đầu vào và ở đầu ra của kênh              | 77  |
| 3-4-3. Entropi có điều kiện                                | 78  |
| 3-4-4. Mối liên hệ giữa các entropi                        | 79  |
| 3-4-5. Thông lượng, độ dư và hiệu quả sử dụng kênh rời rạc | 80  |
| 3-5. Entropi của nguồn và thông lượng kênh liên tục        | 81  |
| 3-5-1. Entropi nguồn liên tục                              | 81  |
| 3-5-2. Thông lượng kênh liên tục                           | 83  |
| 3-6. Biến đổi entropi qua phép biến đổi hệ tọa độ          | 83  |
| <b>Chương 4: MÃ HIỆU</b>                                   | 86  |
| 4-1. Khái niệm và định nghĩa                               | 86  |
| 4-1-1. Mã hiệu và các thông số cơ bản của mã hiệu          | 86  |
| 4-1-2. Điều kiện thiết lập mã hiệu                         | 88  |
| 4-2. Phương pháp biểu diễn mã                              | 90  |
| 4-2-1. Các bảng mã                                         | 90  |
| 4-2-2. Đồ hình mã                                          | 91  |
| 4-2-3. Hàm cấu trúc của mã                                 | 92  |
| 4-2-4. Các phương pháp biểu diễn mã tổng quát              | 92  |
| 4-3. Điều kiện phân tách của mã hiệu                       | 93  |
| 4-3-1. Độ chậm giải mã                                     | 93  |
| 4-3-2. Điều kiện để mã phân tích được                      | 93  |
| 4-3-3. Mã có tính prefix                                   | 95  |
| 4-4. Mã hệ thống                                           | 96  |
| 4-4-1. Mã hệ thống tổng quát                               | 96  |
| 4-4-2. Mã hệ thống có tính prefix                          | 97  |
| 4-5. Mã có dấu phân tách                                   | 97  |
| <b>Chương 5: MÃ HÓA NGUỒN</b>                              | 99  |
| 5-1. Mô hình toán học của nguồn thông tin                  | 99  |
| 5-2. Mã hóa nguồn rời rạc                                  | 100 |
| 5-2-1. Mã hóa nguồn rời rạc không nhớ                      | 100 |
| 5-2-2. Mã hóa nguồn dừng rời rạc                           | 106 |
| 5-2-3. Thuật toán Lempel-Ziv                               | 107 |
| 5-3. Mã hóa nguồn tương tự                                 | 108 |
| 5-3-1. Hàm tốc độ tạo tin-sai lệch                         | 108 |
| 5-3-2. Lượng tử hóa vô hướng                               | 112 |



|                                                                                                 |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5-3-3. Lượng tử hóa vectơ                                                                       | 116 |
| 5-4. Các kỹ thuật mã hóa nguồn tương tự                                                         | 121 |
| 5-4-1. Mã hóa tín hiệu miền thời gian                                                           | 121 |
| 5-4-2. Mã hóa tín hiệu miền tần số                                                              | 127 |
| 5-4-3. Mã hóa mô hình nguồn                                                                     | 128 |
| <b>Chương 6: TÍN HIỆU VÀ HỆ THỐNG TRUYỀN TIN</b>                                                | 134 |
| 6-1. Biểu diễn tín hiệu và hệ thống có dải tần hữu hạn<br>(bandpass signal and bandpass system) | 134 |
| 6-1-1. Biểu diễn các tín hiệu có dải tần hữu hạn (bandpass signal)                              | 134 |
| 6-1-2. Biểu diễn hệ thống tuyến tính có dải tần hữu hạn                                         | 137 |
| 6-1-3. Đáp ứng của hệ thống thông dải với tín hiệu vào có dải tần hữu hạn                       | 138 |
| 6-1-4. Biểu diễn quá trình ngẫu nhiên dừng có dải tần hữu hạn                                   | 139 |
| 6-2. Không gian tín hiệu                                                                        | 142 |
| 6-2-1. Các khái niệm về không gian vectơ                                                        | 142 |
| 6-2-2. Các khái niệm về không gian tín hiệu                                                     | 144 |
| 6-2-3. Khai triển trực giao tín hiệu                                                            | 145 |
| 6-3. Biểu diễn các tín hiệu điều chế số                                                         | 150 |
| 6-3-1. Các phương pháp điều chế không nhớ                                                       | 151 |
| 6-3-2. Điều chế tuyến tính có nhớ                                                               | 161 |
| 6-3-3. Điều chế phi tuyến có nhớ                                                                | 164 |
| 6-4. Phổ của các tín hiệu điều chế số                                                           | 175 |
| 6-4-1. Phổ mật độ công suất của các tín hiệu điều chế tuyến tính                                | 175 |
| 6-4-2. Phổ mật độ công suất các tín hiệu CPFSK và CPM                                           | 181 |
| 6-4-3. Phổ mật độ công suất của các tín hiệu điều chế tuyến tính có nhớ                         | 188 |
| <b>Chương 7: CẤU TRÚC THU TỐI ƯU CHO KÊNH CÓ NHIỀU CỘNG GAUSSIAN</b>                            | 193 |
| 7-1. Thu tối ưu cho tín hiệu có nhiễu cộng gaussian                                             | 193 |
| 7-1-1. Bộ giải điều chế tương quan                                                              | 194 |
| 7-1-2. Bộ giải điều chế dùng bộ lọc phối hợp                                                    | 197 |
| 7-1-3. Bộ xác định tối ưu                                                                       | 201 |
| 7-1-4. Bộ xác định dãy cực đại khả năng                                                         | 206 |
| 7-1-5. Bộ xác định ký hiệu-ký hiệu cho tín hiệu có nhớ                                          | 209 |
| 7-2. Hiệu quả bộ thu tối ưu đối với tín hiệu điều chế không nhớ                                 | 211 |
| 7-2-1. Xác suất thu sai tín hiệu nhị phân                                                       | 211 |
| 7-2-2. Xác suất thu sai tín hiệu trực giao M mức                                                | 214 |
| 7-2-3. Xác suất xác định sai tín hiệu trực giao kép M mức                                       | 217 |
| 7-2-4. Xác suất xác định sai tín hiệu đơn hình                                                  | 218 |
| 7-2-5. Xác suất xác định sai tín hiệu mã nhị phân M mức                                         | 218 |
| 7-2-6. Xác suất xác định sai tín hiệu PAM M mức                                                 | 219 |
| 7-2-7. Xác suất xác định sai tín hiệu PSK M mức                                                 | 220 |
| 7-2-8. Tín hiệu PSK vi sai (DPSK) và hiệu quả của tín hiệu này                                  | 224 |
| 7-2-9. Xác suất xác định sai tín hiệu QAM                                                       | 227 |



|                                                                                             |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 7-2-10. So sánh các phương pháp điều chế số                                                 | 230 |
| 7-3. Bộ thu tối ưu cho tín hiệu điều chế pha liên tục (CPM)                                 | 232 |
| 7-3-1. Giải điều chế và xác định tối ưu tín hiệu CPM                                        | 233 |
| 7-3-2. Hiệu quả của tín hiệu CPM                                                            | 237 |
| 7-3-3. Xác định tín hiệu CPM trên cơ sở ký hiệu-ký hiệu                                     | 242 |
| 7-4. Thu tối ưu tín hiệu pha ngẫu nhiên trong kênh có nhiễu cộng gaussian AWGN              | 247 |
| 7-4-1. Bộ thu tối ưu cho các tín hiệu nhị phân                                              | 248 |
| 7-4-2. Bộ thu tối ưu cho tín hiệu trực giao M mức                                           | 252 |
| 7-4-3. Xác suất xác định sai dùng bộ xác định đường bao đối với tín hiệu trực giao M mức    | 253 |
| 7-4-4. Xác suất lỗi của phương pháp xác định đường bao đối với tín hiệu nhị phân tương quan | 256 |
| 7-5. Bộ lặp và phân tích đường truyền sóng ngắn                                             | 257 |
| 7-5-1. Bộ lặp                                                                               | 258 |
| 7-5-2. Phân tích các đường truyền sóng ngắn nhiều tia                                       | 259 |
| <b>Chương 8: ĐỒNG BỘ</b>                                                                    | 263 |
| 8-1. Ước lượng tham số tín hiệu                                                             | 263 |
| 8-1-1. Hàm khả năng                                                                         | 264 |
| 8-1-2. Khôi phục vật mang và đồng bộ ký hiệu                                                | 264 |
| 8-2. Ước lượng pha vật mang                                                                 | 267 |
| 8-2-1. Ước lượng cực đại khả năng pha vật mang.                                             | 268 |
| 8-2-2. Vòng khóa pha (PLL)                                                                  | 269 |
| 8-2-3. Ảnh hưởng của nhiễu cộng tới việc ước lượng pha                                      | 271 |
| 8-2-4. Vòng lặp xác định trực tiếp                                                          | 273 |
| 8-2-5. Vòng lặp xác định gián tiếp                                                          | 276 |
| 8-3. Ước lượng khoảng thời gian ký hiệu                                                     | 282 |
| 8-3-1. Ước lượng khoảng thời gian cực đại khả năng (ML)                                     | 282 |
| 8-3-2. Ước lượng khoảng thời gian tín hiệu gián tiếp                                        | 283 |
| 8-4. Ước lượng đồng thời pha vật mang và khoảng thời gian ký hiệu                           | 286 |
| 8-5. Hiệu quả bộ ước lượng cực đại khả năng                                                 | 287 |
| <i>Tài liệu tham khảo</i>                                                                   | 291 |
| <i>Mục lục</i>                                                                              | 292 |