



Hệ thống điều khiển rời rạc

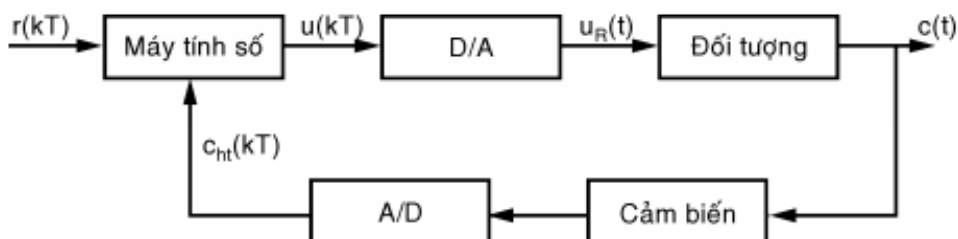
Bởi:

Khoa CNTT ĐHSPTT Hưng Yên

Khái niệm

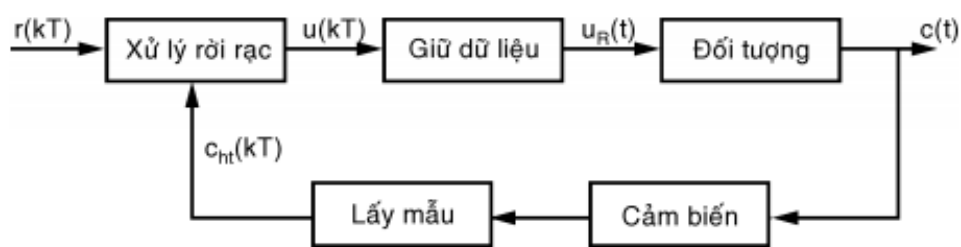
Chương này đề cập đến một loại hệ thống điều khiển có hồi tiếp, trong đó tín hiệu tại một hay nhiều điểm là một chuỗi xung, không phải là hàm liên tục theo thời gian. Tùy thuộc vào phương pháp lượng tử hóa tín hiệu mà ta có các loại hệ thống xử lý tín hiệu khác nhau. Phương pháp lượng tử hóa theo thời gian cho tín hiệu có biên độ liên tục, thời gian rời rạc. Hệ thống xử lý loại tín hiệu này được gọi là hệ thống rời rạc. Nếu phép lượng tử hóa được tiến hành theo thời gian và cả theo biên độ thì kết quả nhận được là tín hiệu số. Hệ thống xử lý tín hiệu số gọi là hệ thống số. Trong hệ thống rời rạc và hệ thống số, thông số điều khiển - biên độ của tín hiệu chỉ xuất hiện tại các thời điểm rời rạc cách đều nhau đúng bằng một chu kỳ lấy mẫu tín hiệu. Vì có thời gian trễ tất yếu do lấy mẫu, việc ổn định hệ thống trở nên phức tạp hơn so với hệ liên tục, do đó đòi hỏi những kỹ thuật phân tích và thiết kế đặc biệt.

Sự phát triển mạnh mẽ của kỹ thuật số, kỹ thuật vi xử lý và kỹ thuật máy tính làm cho ngày càng có nhiều hệ thống điều khiển số được sử dụng để điều khiển các đối tượng. Hệ thống điều khiển số có nhiều ưu điểm so với hệ thống điều khiển liên tục như uyển chuyển, linh hoạt, dễ dàng đổi thuật toán điều khiển, dễ dàng áp dụng các thuật toán điều khiển phức tạp bằng cách lập trình. Máy tính số còn có thể điều khiển nhiều đối tượng cùng một lúc. Ngoài ra, giá máy tính ngày càng hạ trong khi đó tốc độ xử lý, độ tin cậy ngày càng tăng lên cũng góp phần làm cho việc sử dụng các hệ thống điều khiển số trở nên phổ biến. Hiện nay các hệ thống điều khiển số được sử dụng rất rộng rãi, từ các bộ điều khiển đơn giản như điều khiển nhiệt độ, điều khiển động cơ DC, AC,... đến các hệ thống điều khiển phức tạp như điều khiển robot, máy bay, tàu vũ trụ, các hệ thống điều khiển quá trình công nghệ hóa học và các hệ thống tự động cho những ứng dụng khác nhau.



Sơ đồ khối hệ thống điều khiển số

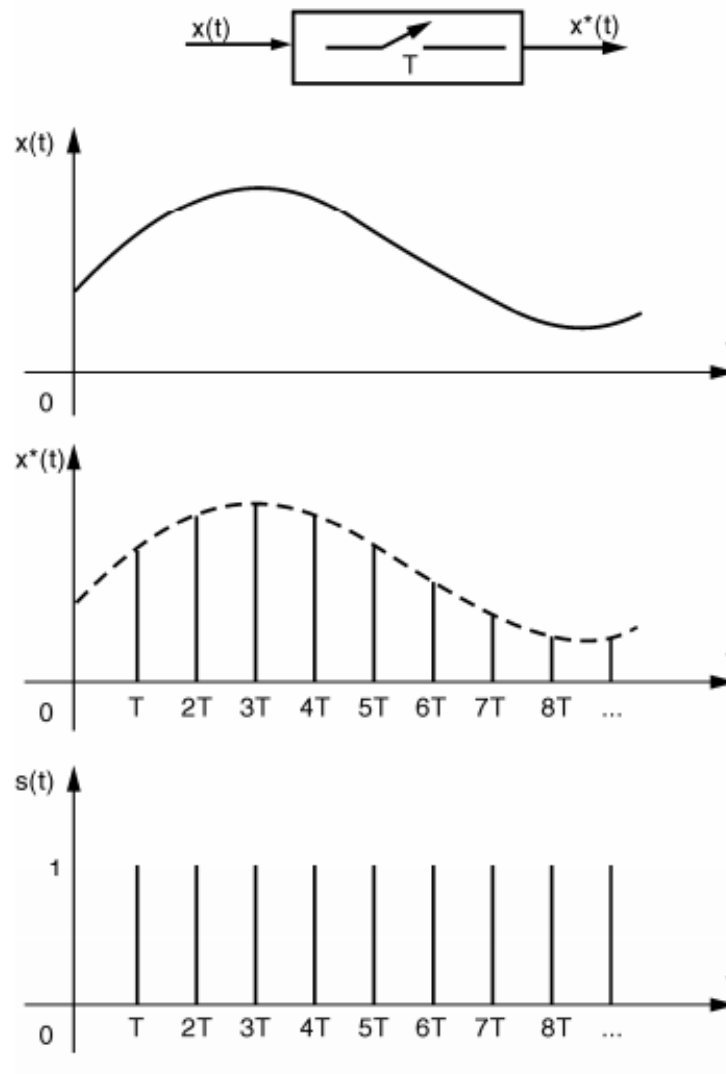
Hình 7.1 trình bày sơ đồ khối của hệ thống điều khiển số thường gặp, trong hệ thống có hai loại tín hiệu: tín hiệu liên tục $c(t)$, $u_R(t)$ và tín hiệu số $r(kT)$, $cht(kT)$, $u(kT)$. Trung tâm của hệ thống là máy tính số, máy tính có chức năng xử lý thông tin phản hồi từ cảm biến và xuất ra tín hiệu điều khiển đối tượng. Vì cảm biến và đối tượng là hệ thống liên tục nên cần sử dụng bộ chuyển đổi A/D và D/A để giao tiếp với máy tính. Do đó để phân tích và thiết kế hệ thống điều khiển số trước tiên ta phải mô tả toán học được quá trình chuyển đổi A/D và D/A. Tuy nhiên, hiện nay không có phương pháp nào cho phép mô tả chính xác quá trình chuyển đổi A/D và D/A do sai số lượng tử hóa biên độ, vì vậy thay vì khảo sát hệ thống số ở hình 7.1 ta khảo sát hệ rời rạc ở hình 7.2.



Sơ đồ khối hệ thống điều khiển rời rạc

Trong quyển sách này, chúng ta phát triển các phương pháp phân tích và thiết kế hệ thống điều khiển liên tục cho hệ thống điều khiển rời rạc. Nếu độ phân giải của phép lượng tử hóa biên độ đủ nhỏ để có thể bỏ qua sai số thì ta có thể xem tín hiệu số là tín hiệu rời rạc, điều đó có nghĩa là lý thuyết điều khiển rời rạc trình bày trong quyển này hoàn toàn có thể áp dụng để phân tích và thiết kế các hệ thống điều khiển số.

Đặc điểm lấy mẫu



Quá trình lấy mẫu dữ liệu

Lấy mẫu là biến đổi tín hiệu liên tục theo thời gian thành tín hiệu rời rạc theo thời gian. Xét bộ lấy mẫu có đầu vào là tín hiệu liên tục $x(t)$ và đầu ra là tín hiệu rời rạc $x^*(t)$ (H.7.3). Quá trình lấy mẫu có thể mô tả bởi biểu thức toán học sau:

$$x^*(t) = x(t) \cdot s(t)$$

trong đó $s(t)$ là chuỗi xung dirac:

$$s(t) = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} \delta(t - kT)$$

Hệ thống điều khiển rời rạc

đồng thời giả sử rằng $x(t) = 0$ khi $t < 0$, ta được:

$$x^*(t) = \sum_{k=0}^{+\infty} x(t) \delta(t - kT)$$
$$\Rightarrow x^*(t) = \sum_{k=0}^{+\infty} x(kT) \delta(t - kT)$$

Biến đổi Laplace hai vế phương trình (7.3) ta được:

$$X^*(s) = \sum_{k=0}^{+\infty} x(kT) e^{-kTs}$$

Biểu thức chính là biểu thức toán học mô tả quá trình lấy mẫu.

Định lý Shanon: Để có thể phục hồi dữ liệu sau khi lấy mẫu mà không bị méo dạng thì tần số lấy mẫu phải thỏa mãn điều kiện:

$$f = \frac{1}{T} \geq 2f_c$$

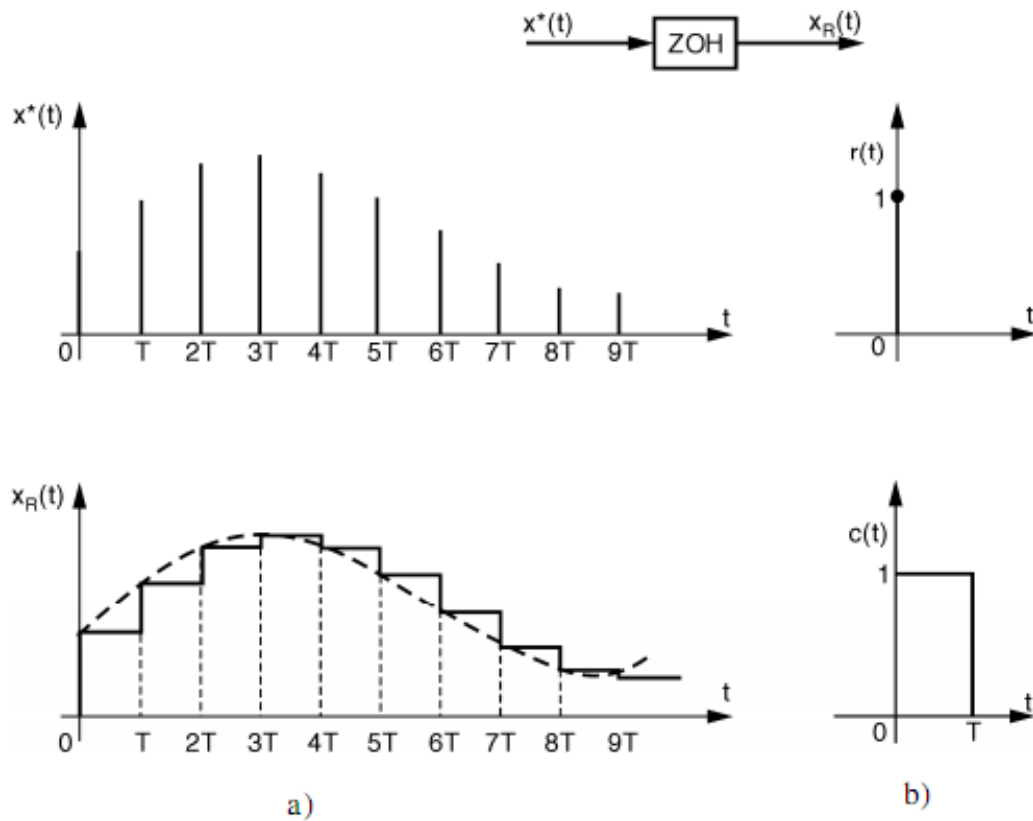
trong đó f_c là tần số cắt của tín hiệu cần lấy mẫu.

Trong các hệ thống điều khiển thực tế, nếu có thể bỏ qua được sai số lượng tử hóa thì các khâu chuyển đổi A/D chính là các khâu lấy mẫu.

Khâu giữ dữ liệu

Khâu giữ dữ liệu là khâu chuyển tín hiệu rời rạc theo thời gian thành tín hiệu liên tục theo thời gian.

Khâu giữ dữ liệu có nhiều dạng khác nhau, đơn giản nhất và được sử dụng nhiều nhất trong các hệ thống điều khiển rời rạc là khâu giữ bậc 0 (Zero-Order Hold - ZOH) (H.7.4).



Khâu giữ bậc 0 (ZOH)

Ta tìm hàm truyền của khâu ZOH. Để ý rằng nếu tín hiệu vào của khâu ZOH là xung dirac thì tín hiệu ra là xung vuông có độ rộng bằng T (H.7.4b). Ta có:

$R(s) = 1$ (vì $r(t)$ là hàm dirac)

$$C(s) = \mathcal{L} \{c(t)\} = \mathcal{L} \{u(t) - u(t - T)\} = \frac{1}{s} - \frac{1}{s} e^{-Ts} = \frac{1 - e^{-Ts}}{s}$$

Theo định nghĩa:

$$G_{ZOH}(s) = \frac{C(s)}{R(s)}$$

Do đó:

$$G_{ZOH}(s) = \frac{1 - e^{-Ts}}{s} = \frac{1 - z^{-1}}{s}$$

Biểu thức (7.6) chính là hàm truyền của khâu giữ bậc 0.

Hệ thống điều khiển rời rạc

Trong các hệ thống điều khiển thực tế, nếu có thể bỏ qua được sai số lượng tử hóa thì các khâu chuyển đổi D/A chính là các khâu giữ bậc 0 (ZOH).

Nhận xét

Bằng cách sử dụng phép biến đổi Laplace ta có thể mô tả quá trình lấy mẫu và giữ dữ liệu bằng các biểu thức toán học (7.4) và (7.6). Tuy nhiên các biểu thức toán học này lại chứa hàm e^x nên nếu ta sử dụng để mô tả hệ rời rạc thì khi phân tích, thiết kế hệ thống sẽ gặp nhiều khó khăn. Ta cần mô tả toán học khác giúp khảo sát hệ thống rời rạc dễ dàng hơn, nhờ phép biến đổi Z trình bày dưới đây chúng ta sẽ thực hiện được điều này.

\Rightarrow