

Zur Systematik der stochastischen Codierungen

Systematizing the stochastic encoding principles

Von Robert Massen

Übersicht:

Die üblichen analogen und digitalen Informationsdarstellungen verwenden deterministische, analytisch beschreibbare Signale. Es wird gezeigt, daß zufällige, nur statistisch beschreibbare Signale ebenfalls als Träger von Informationen eingesetzt werden können. Verschiedene Varianten der stochastischen Codierung von analogen Signalen werden besprochen. Die für die Praxis besonders interessante Codierung in die Wahrscheinlichkeit einer binären, zufälligen Pulsfolge wird mit den Begriffen der Codierungstheorie analysiert und definiert. Die Einsatzmöglichkeiten sowohl als Quellcodierung wie auch als Kanalcodierung werden besprochen. Ein Ausblick auf den Einsatz der stochastischen Codierungen innerhalb der Stochastischen Rechentechnik läßt die zahlreichen neuen Möglichkeiten dieser Technik erkennen.

The conventional methods of information handling are based mainly on deterministic, analytically describable analog or digital signals. The paper shows up a way of using random, statistically describable signals as physical means for carrying information. Several variations for the stochastic encoding of analog signals are presented. The mostly interesting encoding scheme into the probability-space of a binary random pulse-train is analyzed and defined in terms of general coding theory. This coding may be used as a source-encoding or a channel-encoding. The paper gives an outlook on the multiple new possibilities given by stochastic encoding principles within the stochastic computer field.

Für die Dokumentation:

Stochastische Rechentechnik / stochastische Codierung / stochastisch-ergodische Meßtechnik / statistische Signaldarstellung

1. Einleitung

Um Informationen zu verarbeiten und zu übertragen, verwendet man physikalische Signale, mechanische, akustische, elektrische oder optische, wobei einer oder mehrerer der beschreibenden Signalparameter von der Information gesteuert werden. Dabei kann zwischen einer kontinuierlichen Steuerung der Signalparameter bei den analogen Signaldarstellungen und einer diskreten Steuerung bei den digitalen Signaldarstellungen unterschieden werden. Eine viel grundlegendere Unterscheidung als diese Einteilung in digitale oder analoge Signale ist aber die Unterteilung in analytisch beschreibbare, deterministische Signale und in nur statistisch beschreibbare, zufällige Signale. Obschon zur Zeit fast ausschließlich deterministische Signale als Träger von Information verwendet werden, lassen sich ebenfalls die statistischen Signale zur Informationsdarstellung verwenden und zeigen sogar gegenüber den deterministischen Signalen einige herausragende Eigenschaften in der praktischen Anwendung.

z. B. die Amplitude einer Spannung oder ihre Frequenz oder ihre Phase zu jedem Zeitpunkt ein Abbild der Information zu demselben Zeitpunkt. Dagegen wird bei den zeitgemittelten Parametern wie sie z. B. bei der Pulshäufigkeits- und Pulsbreitenmodulation vorliegen, die Information zu einem gegebenen Zeitpunkt in einen Signalparameter abgebildet, welcher sich erst durch Mittelung über eine gewisse Zeitspanne bestimmen läßt. Diese Information tragenden Parameter können mit Hilfe geeigneter Meßgeräte wie Spannungs-, Frequenz-, Phasenmesser o. ä. bis auf einen unvermeidlichen Meßfehler genau bestimmt werden. Die dargestellte Information kann somit im wesentlichen ohne Verlust wiedergewonnen werden.

Sowohl die direkten Parameter wie auch die zeitgemittelten können kontinuierlich in einer analogen Signaldarstellung veränderbar sein oder aber nur diskrete Werte annehmen, denen man die Zeichen eines Alphabets in einer digitalen Signaldarstellung zuordnet.

Eine digitale Pulshäufigkeitsmodulation läßt sich dabei z. B. dadurch erreichen, daß der Variationsbereich der gesteuerten Pulsfrequenz in drei Frequenzbereiche unterteilt wird und dem unteren Frequenzbereich der (logische) L-Pegel, dem mittleren Frequenzbereich der verbotene Bereich und dem oberen Frequenzbereich der (logische) H-Pegel zugeordnet wird. Mehrere derart in ihrer Frequenz gesteuerte Signale können dann zu einem mit Stellengewichten versehenen Codewort zusammengefaßt werden.

2. Deterministische und statistische Informationsdarstellung

Die deterministischen Signale werden durch meßbare Parameter gekennzeichnet, wobei wir unterscheiden können zwischen der Informationsdarstellung durch direkte Parameter und solcher durch zeitgemittelte Parameter (Bild 1). Bei den direkten Parametern ist