

DATENREDUKTION DURCH MESSWERT- VERARBEITUNG

ERNST WEBER

Siemens & Halske AG, Wernerwerk für Meßtechnik, Karlsruhe, Deutschland

AUFGABENSTELLUNG

Ein technischer Prozeß kann eine sehr große Zahl verschiedener voneinander unabhängiger Zustände annehmen. Nur einige wenige davon sind aus wirtschaftlichen Gründen erwünscht. Durch Messen und Regeln versuchen wir, die günstigen Zustände zu erreichen und zu halten. Regler schränken die Zahl der möglichen Zustände bereits ein. Durch Störeinflüsse, das verschiedene Zeitverhalten der Prozeßgrößen und durch eine nicht vollständige Kenntnis des Prozeßverhaltens bedingt verbleibt aber immer noch ein ansehnlicher Rest an unerwünschten Zuständen. Dieser Rest läßt sich mit Hilfe der Meßtechnik vermindern. Es geht darum, auf Grund einer ausreichenden Information eine Voraussicht zu stellen, die die richtigen Handlungen ermöglicht. Voraussicht beruht aber auf der Zusammenschau möglichst vieler Bedingungen. Sie ist auch heute noch am besten und einfachsten über die Erfahrung des Menschen möglich. Um einen technischen Prozeß zu lenken, müssen beständig Informationsinhalte miteinander verknüpft werden. In je höherer Ebene diese Verknüpfungen erfolgen, desto schwieriger sind sie und desto mehr Zeit wird dazu gebraucht. Der Mensch kann nicht soviel Information verarbeiten wie die Maschine, aber er besitzt die außerordentliche Fähigkeit, wie keine Maschine die bedeutungsmäßig wichtige Information aus einem Informationsangebot auszuwählen. Die Aufgaben der Datenreduktion können wir deshalb in folgender Weise erklären:

- (1) Möglichst fehlerfreie Übertragung der zu einer Entscheidung notwendigen Information.
- (2) Darstellung der Information so, daß die Entscheidungen möglichst sicher und schnell getroffen werden können. Wir wollen eine solche Darstellung als semantische Codierung bezeichnen. Selbstverständlich besteht diese Aufgabe auch bei der Eingabe von Information in eine Daten-Verarbeitungsmaschine. Sie muß hier aber anders gelöst werden, weil die Maschine keine menschliche Denkfähigkeit besitzt.

Wir wollen zunächst die Frage stellen, wie groß der Informationsfluß ist, den der Mensch verarbeiten kann. Am besten bekannt sind die Leistungen beim Sprechen und Sprachverstehen. Nach den Untersuchungen von Miller [1, 2] ergeben sich etwa 8 bit/s wahrer Informationsfluß. Die Sprache

ist aber das Nachrichtenmittel, das wir am vollkommensten beherrschen. Bei den Zahlenangaben von Meßgeräten ist das Verstehen sehr viel schwieriger. Die zum Verständnis notwendigen Verknüpfungen mit anderen Daten erfordern eine erhebliche Anstrengung. Wenn man aus der Zahl der Instrumente in ausgeführten Meßwarten einen Schluß ziehen darf, so kommt man auf einen Informationsfluß, der in diesem Zusammenhang vom Menschen noch sicher verarbeitet werden kann, von höchstens 1 bit/s und er liegt wohl meist noch weit darunter.

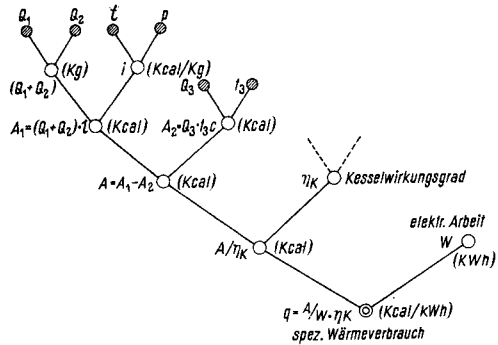
DATENREDUKTION BEI DER ÜBERTRAGUNG VON MESSGRÖSSEN

Wir betrachten zunächst die Möglichkeiten einer Datenreduktion bei der Übertragung von Meßgrößen. Dabei soll uns in der Kommunikationskette Meßfühler–Meßumformer–Sichtgerät–Mensch nur die Informationsübertragung vom Sichtgerät auf den Menschen interessieren. Um ein Instrument abzulesen, muß es erst aufgesucht und identifiziert werden. Informationsträger sind also zunächst Ortskoordinaten einer Fläche — der Schalttafel — oder eines Raumes — der Warte. Eine solche Anordnung hat ein Informationsvolumen mit einem Strukturgehalt, der von der Anzahl, der Art der Meßinstrumente und ihrer Anordnung abhängt [3]. Er geht von einem starren Schema aus, denn die Anordnung der Instrumente ändert sich ja nicht. Es ist deshalb besonders naheliegend, die Arbeit, die Instrumente aufzusuchen, einer Maschine zu übertragen. Die Zuverlässigkeit, mit der das richtige Instrument aufgefunden und auch noch richtig abgelesen wird, hängt stark von den individuellen Eigenschaften des Beobachters ab. Versuche von Stevens [4] haben gezeigt, daß beim Ablesen von Zahlen die wenigsten Fehler gemacht werden. Mit Hilfe von Analog-Digital-Umsetzern können wir schnell und sicher die Zahlenform erhalten. Beide Verfahren zusammen — nämlich selbsttätiges Aufsuchen und in die Zahlenform Umsetzen — führen zur maschinell gedruckten Tabelle. Über die Größe einer solchen Datenreduktion kann man sich ein Bild machen, wenn man die Zeitdauern für eine richtige Ablesung nach der üblichen Art und mit Hilfe der Tabelle vergleicht. Man kommt auf eine Reduktion etwa im Verhältnis 5:1.

SEMANTISCHE CODIERUNG

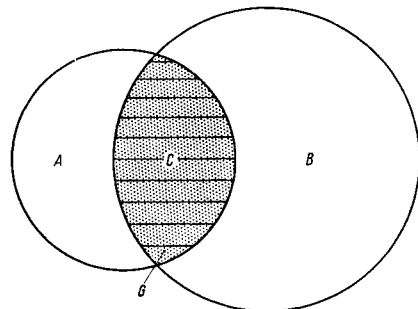
Für eine Prozeßführung enthält freilich die Zahlenanzeige allein zu wenig Information. Die Angaben eines analogen Instrumentes über die Lage der Größe eines Meßwertes in einem Meßbereich oder die Vorgeschichte wie

Bild 1.—Code-Baum der Datenreduktion. Teilweise Darstellung für die Berechnung des spezifischen Wärmeverbrauchs eines Dampfkraftwerkes als Führungszahl.



bei Schreibgeräten fehlen. Man wird aus diesen Gründen auch nie auf analoge Instrumente verzichten wollen. Die Zahlenangaben können aber zu höchster Wirkung durch eine semantische Codierung gebracht werden. Das einfachste Verfahren ist die sinnvolle Auswahl und Anordnung der Zahlenangaben in der vom Meßwertdrucker angefertigten Tabelle. Hier erscheinen die Angaben in einer Anordnung, die dem Funktionsablauf des Prozesses möglichst gut entspricht. Der Bedeutungsinhalt der Tabelle wird noch wesentlich gesteigert und der noch zu verarbeitende Informationsfluß vermindert, wenn die gemessenen Größen automatisch interpretiert werden. Die einfachste Art der Interpretation ist die Grenzwertkontrolle nach festen oder vom Prozeß abhängigen beweglichen Grenzen. Richtung und Größe einer Abweichung vom Sollwert lassen sich in der Tabelle angeben und hervorheben. Mehrere Meßgrößen können mit Hilfe von meist einfachen Rechenoperationen zu physikalischen und technisch eindrucksvollen und vorstellbaren Größen zusammengefaßt werden. Man kann den Bedeutungsinhalt, der durch Datenreduktion von Meßgrößen gewonnen werden kann, in Form eines Code-Baumes darstellen. Bild 1 zeigt ein Stück des Code-Baumes für die Berechnung des spezifischen Wärmeverbrauchs eines Dampfkraftwerkes als Führungszahl. Der Erfolg der Datenreduktion ist deutlich zu erkennen. Der Code-Baum ist in der Anwendung von unten

Bild 2.—Schouten-Diagramm der Datenreduktion. A, falsche Beurteilung von Zuständen des Prozesses von der Prozeßführung aus; B, mehrdeutige Auslegung eines bestimmten Zustandes des Prozesses; C, richtig erkannte und beurteilte Zustände des Prozesses; G, Gebiete, die durch Datenreduktion erhalten werden.



nach oben zu lesen. Am Ende steht nur die 1 bit-Entscheidung: Wärmeverbrauch gut oder schlecht. Bei schlechtem Prozeßergebnis lassen sich mit Hilfe der Erfahrung des Menschen die Ursachen mit einer solchen Darstellung finden.

Wenn wir auf die Betrachtungen am Eingang zurückkommen, so können wir die Datenreduktion nach Art des Schouten-Diagramms (Bild 2) veranschaulichen. Der Bereich *C* entspricht der Transinformation und stellt die richtig erkannten und beurteilten Zustände des Prozesses dar. Er sollte möglichst gross sein. *A* bedeutet die der Äquivocation entsprechende falsche Beurteilung von der Prozeßführung aus gesehen. *B* möge als die mehrdeutige Auslegung eines bestimmten Prozeßzustandes aufgefaßt werden.

C kann nur dann groß genug gehalten werden, wenn durch Datenreduktion ganze Gebiete von *C* dem Verständnis zugänglich gemacht werden. Das sind die Gebiete *G*.

Man benutzt zur Lösung der Probleme der Datenreduktion einen erheblichen Anteil an digitalen Bausteinen. Die Ursache ist, daß so vielseitige Aufgaben nur mit einem allgemeinen Prinzip, wie es die digitale Meßtechnik bietet, lösbar sind.

LITERATUR

1. HOFSTÄTTER, P. R., Psychologie. Fischer-Bücherei, 1957.
2. MEYER-EPPLE, W., Grundlagen und Anwendungen der Informationstheorie. Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg, 1959.
3. MILLER, G. A., Language and Communication, 1951.
4. STEVENS, S. S., Handbook of Experimental Psychology. Wiley/Chapman & Hall, New York-London, 1951.