Zeitschrift: Mitteilungen / Vereinigung Schweizerischer Versicherungsmathematiker = Bulletin / Association des Actuaires Suisses = Bulletin / Association of Swiss Actuaries

Herausgeber: Vereinigung Schweizerischer Versicherungsmathematiker

Band: 57 (1957)

Artikel: Grundbegriffe der elektronischen Informationsverarbeitung

Autor: Leepin, P.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-551026

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Grundbegriffe der elektronischen Informationsverarbeitung

Von *P. Leepin*, Basel

Wir betrachten in Kürze die elektronischen Maschinen vom Standpunkt des Benützers aus. Alle an sich zweifellos sehr interessanten Fragen der Konstruktion und des internen logischen Aufbaus der Maschinen stellen wir auf die Seite. Im ersten Teil wollen wir den schematischen Aufbau der elektronischen Rechenmaschinen betrachten. Der zweite Teil behandelt die Befehlsgebung für elektronische Geräte. Im dritten Teil werden wir auf die elektronische Informationsverarbeitung eingehen.

I. Teil: Schematischer Aufbau elektronischer Rechenmaschinen

Das Prinzipschema einer elektronischen Rechenmaschine weist folgende Teile auf:

Eingabevorrichtung, innerer Speicher, Leitwerk, Rechenwerk und Ausgabevorrichtung.

Das *Leitwerk* stellt das Zentrum der Maschine dar. Es übernimmt die Arbeitsbefehle in verschlüsselter Form und löst durch elektrische Signale die entsprechenden Operationen aus. Man könnte sich das Leitwerk als eine Zentrale vorstellen, in welcher laufend die für eine Folge von Einzelschritten notwendigen Schalter gestellt werden.

Im *Rechenwerk* erfolgen alle Grundrechenoperationen – Addition, Subtraktion, Multiplikation und Division. Darüber hinaus ist jedoch das Rechenwerk auch in der Lage, gewisse logische Operationen vorzunehmen, Vorzeichenprüfungen, Zuordnen verschlüsselter Begriffe usw.

Das *Speicherwerk* dient dazu, alle Angaben – Zahlen, eventuell auch Buchstaben – aufzubewahren, bis sie im Laufe der Verarbeitung einmal

benötigt werden. Insbesondere können Zwischenergebnisse gespeichert werden. Vor allem ist es wichtig, dass die verschlüsselten Operationsbefehle, die in ihrer Gesamtheit als *Programm* bezeichnet werden, im inneren Speicherwerk gespeichert werden können. Dadurch ergibt sich ein rascher und wandlungsfähiger Arbeitsablauf.

Die Verbindung mit der Aussenwelt wird durch die *Eingabe-* und *Ausgabe*vorrichtungen hergestellt. Die Maschine verarbeitet intern nur elektronische Impulse. Deshalb müssen die zu verarbeitenden Angaben in die Sprache der Maschine übersetzt und die Ergebnisse rückübersetzt werden. Angaben können je nach Maschinentyp auf verschiedene Weise ein- und ausgegeben werden: mit Hilfe von Lochkarten, Lochstreifen oder Magnetbändern. Magnetbänder sind schmale Streifen aus Kunststoff oder Metall, von einigen hundert Metern Länge, auf denen die Angaben in Form von kleinen magnetisierten Punkten verschlüsselt eingetragen werden. Ausnahmsweise kommt auch die direkte Eingabe durch Eintippen auf den Tasten des zur Maschine gehörenden Kontrollpults in Betracht. Eine weitere wichtige Ausgabemöglichkeit besteht im Anschluss einer Tabelliermaschine, wie wir sie vom Lochkartenverfahren her kennen, direkt an die elektronische Rechenmaschine. Auch die Ausgabe auf eine Schreibmaschine ist möglich. Weiter ist zu erwähnen, dass unabhängige Hilfsmaschinen jede praktisch wichtige Umwandlung von Angaben durchführen können. Aus Lochkarten oder Lochstreifen werden Magnetbänder erstellt, aus Magnetbändern mit Schnelldruckern Aufstellungen und Formulare beschriftet usw.

Das Problem der Ein- und Ausgabe ist heute technisch insofern praktisch gelöst, als viele verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung stehen – allerdings nicht jede beliebige Eingabe- oder Ausgabemöglichkeit für jedes bestimmte Modell von elektronischen Geräten. Der Übergang aus der Aussenwelt in die Maschine und der Ausgang aus der Maschine lassen sich nur unter Verwendung von mechanischen Hilfsmitteln herstellen. Dadurch sind der Geschwindigkeit Grenzen gesetzt. Gerade bei kaufmännischen Problemen ist die Verarbeitungszeit in der elektronischen Maschine häufig nicht sehr gross, so dass die teure Maschine immer wieder warten muss, bis die nächsten zu verarbeitenden Angaben eingelesen sind. Dieser Nachteil kann wesentlich verringert werden durch den Einbau von sogenannten *Pufferspeichern*. Eingangspufferspeicher nehmen bereits während der Bearbeitung z. B. einer Versicherung die Angaben der nächsten Versicherung auf, so dass sie bei Bedarf

mit elektronischer Geschwindigkeit zur Verfügung stehen. Entsprechend erfolgt die Ausgabe vorerst nur in den Ausgangspufferspeicher; die eigentliche Ausgabe aus dem Pufferspeicher erfolgt gleichzeitig mit der Bearbeitung des nächsten Falles durch die Rechenmaschine. Der Zyklus «Eingabe, Verarbeitung, Ausgabe», oder wie man ihn üblicherweise – aber etwas ungenauer – meist bezeichnet, «Lesen, Rechnen, Schreiben», findet somit für drei aufeinanderfolgende Fälle gleichzeitig statt. Während die Ergebnisse des ersten Falles aus dem Ausgabepufferspeicher ausgegeben werden, erfolgt die Verarbeitung des zweiten Falles und das Einlesen des dritten Falles in den Eingangspufferspeicher.

Über das *Leitwerk* wollen wir in diesem Zusammenhang nichts ausführen. Zum *Rechenwerk* sei erwähnt, dass die Zeit für die Durchführung der Grundrechenoperationen sich bei den für kaufmännische Zwecke heute erhältlichen Maschinen in der Grössenordnung von Tausendstelssekunden bewegt. Man darf sich jedoch von diesen hohen Geschwindigkeiten nicht täuschen lassen. Die Anwendung solcher Geräte im Versicherungswesen für die Durchführung von Additionen allein wäre sicher unwirtschaftlich. Elektronische Rechenmaschinen müssen zur Informationsverarbeitung im Rahmen der Verwaltung eingesetzt werden. Sobald wir jedoch an praktische Aufgaben, wie das Erstellen der Prämienrechnungen einer Lebensversicherungsgesellschaft unter Berücksichtigung von Gewinnanteilen, Darlehenszinsen und der Stempelabgabe herantreten, handelt es sich um Programme von mehreren hundert Programmschritten, in welchen die Rechenzeit an Bedeutung zurücktritt gegenüber der Steuerung des Arbeitsablaufs. Auf alle Fälle ergibt sich bald eine gesamte Bearbeitungszeit pro Fall in der Grössenordnung von einer halben Sekunde, wie wir sie von den Lochkartenmaschinen her kennen. Allerdings wird dann in dieser Zeit von den elektronischen Geräten wesentlich mehr geleistet als von den herkömmlichen Lochkartenanlagen.

Wir wenden uns nunmehr dem innern *Speicherwerk* zu. Die innere Speicherungsfähigkeit einer elektronischen Rechenmaschine ist entscheidend für ihre Leistungsfähigkeit. Alle Programmbefehle – es kann sich dabei um mehr als tausend handeln – müssen im innern Speicherwerk gespeichert werden. Ausserdem muss der Platz für die jeweils zu verarbeitenden Angaben – also z. B. die Daten einer einzelnen Versicherung – reserviert werden. Häufig ist es notwendig, Tabellen zu speichern, z. B. Tarife, Rechnungsgrundlagen usw. Es wäre somit erwünscht, einen

möglichst grossen innern Speicher zu haben, doch ist ein solcher kostspielig. Nach dem heutigen Stand der Dinge käme es aus Preisgründen nicht in Betracht, etwa die Angaben für einen grösseren Versicherungsbestand dauernd im innern Speicher einer elektronischen Maschine aufzubewahren. Die gespeicherten Angaben sollen dem Speicher rasch wieder entnommen werden können. Die Zeit, welche benötigt wird, bis eine Angabe aufgefunden ist, wird als Zugriffszeit bezeichnet. Grosse Kapazität und geringe Zugriffszeit sind aber sich widerstrebende Forderungen.

Eine häufig vorkommende Lösung besteht in der Zweiteilung des innern Speicherwerks, indem ein kleiner Schnellspeicher mit geringer Zugriffszeit und daneben ein Großspeicher mit erhöhter Zugriffszeit eingebaut wird. Als Schnellspeicher werden häufig Magnetkerne verwendet, als Großspeicher Magnettrommeln oder neuerdings Magnetscheiben.

Bei den Magnettrommeln, die bei den heute zur Verfügung stehenden mittleren Maschinen überwiegend als inneres Speicherwerk eingesetzt werden, handelt es sich um Zylinder, die an der Oberfläche magnetisiert werden können. Geeignete Kombinationen von magnetischen Punkten stellen Zahlen oder Buchstaben dar. Die Trommeln rotieren in einer Sekunde je nach Modell bis zu über 200mal. Die Magnetisierung und Ablesung erfolgt durch kleine Elektromagneten, sogenannte Magnetköpfe. Bei Magnettrommeln ist die Zugriffszeit verhältnismässig gross, da abgewartet werden muss, bis die betreffende Angabe sich unter den Magnetköpfen befindet. Es ergeben sich Zugriffszeiten zu den einzelnen Angaben von mindestens einigen Tausendstelssekunden, was für elektronische Verhältnisse nicht wenig ist, aber unter Berücksichtigung des im Vergleich zu andern Verfahren niedrigen Preises in Kauf genommen werden kann.

II. Teil: Befehlsgebung für elektronische Geräte

Die elektronischen Geräte können intern verschiedene Operationen ausführen. Diese Operationen lassen sich in vier Gruppen einteilen:

1. *Operationen, welche die Verbindung mit der Aussenwelt herstellen,* z. B.: «Lochkarte ablesen» oder «Ergebnis der Verarbeitung mit Tabelliermaschine auf Liste schreiben». Alle Operationsbefehle werden in verschlüsselter Form der Maschine übermittelt.

2. *Arithmetische Befehle.* Im Rechenwerk können die Grundrechenoperationen ausgeführt werden. Daneben bestehen je nach Maschinentyp weitere Möglichkeiten: Rechnen mit absoluten Beträgen, mit gleitendem Komma, Stellenverschiebung im Rechenwerk usw.
3. *Operationen, welche die Verschiebung der Informationen in der Rechenmaschine bewirken.* Als Beispiel sei die Speicherung eines Zwischenresultats aus dem Rechenwerk in den internen Speicher angegeben, womit erreicht wird, dass das Rechenwerk für die weitere Verarbeitung frei wird. Das Zwischenergebnis kann bei Bedarf später wieder angerufen werden.
4. *Verzweigungsoperationen.* Diese Gruppe von Befehlen erlaubt es, je nach den Umständen in der weiteren Verarbeitung verschiedene Wege zu gehen. Dadurch lassen sich in einem Programm alle denkbaren Fallunterscheidungen berücksichtigen, wobei die Maschine «selbständig» die für den jeweilen bearbeiteten Fall passenden Programmteile auswählt. Man muss der Maschine während der Verarbeitung nicht mehr sagen, was sie in einem vorliegenden Einzelfall zu machen hat, weil der Programmierer der Maschine ihr Verhalten für jede eintretende Möglichkeit ein für allemal vorgeschrieben hat.

Wenn man die verhältnismässig wenigen Operationsmöglichkeiten elektronischer Geräte in Betracht zieht, ist man überrascht, dass sich damit recht komplizierte Dinge (wie Sprachübersetzungen) in Angriff nehmen lassen und verwendbare Ergebnisse erzielt werden. Grundsätzlich ist es aber möglich, jeden klar und eindeutig festgelegten Denkprozess von derartigen Maschinen ausführen zu lassen. Eine andere Frage ist es allerdings, was sich wirtschaftlich lohnt, mit diesen Geräten zu erledigen.

Die Maschine muss in jedem Zeitpunkt wissen, wo sie die zu verarbeitenden Angaben herzuholen hat. Deshalb haben alle internen Speicherzellen eine Adresse. Die Adresse eines Speichers darf nicht verwechselt werden mit seinem Inhalt. Die Adresse gibt nur den Ort an, wo man eine zu verarbeitende Angabe findet.

III. Teil: Elektronische Informationsverarbeitung

Wir wollen an zwei Beispielen zeigen, wie etwa bei der Verwendung elektronischer Geräte vorgegangen werden kann.

Als *erstes Beispiel* betrachten wir folgende Fallunterscheidung:

Beim Erstellen von Prämienquittungen ist zu berücksichtigen, dass ein Teil der Versicherungen der eidgenössischen Stempelabgabe unterliegt, der andere Teil nicht.

Bei Verwendung der Lochkartentechnik im klassischen Rahmen wäre es notwendig, die Lochkarten zu sortieren, die Berechnung der eidgenössischen Stempelabgabe für die in Frage kommenden Fälle vorzunehmen und die Karten dann wieder zurückzusortieren.

Die elektronische Informationsverarbeitung erlaubt es, den direkten Weg zu gehen, wie er bei manueller Erstellung der Prämienrechnungen gegeben ist. Vorherige Sortierung ist nicht nötig. In jedem einzelnen Fall wird durch die Maschine gewissermassen «gefragt»: Bist du stempelabgabepflichtig? Die weitere Verarbeitung richtet sich nach der erhaltenen Antwort. Die Verzweigung des Arbeitsablaufs erfolgt durch einen Verzweigungsbefehl (siehe Abschnitt II).

Einfache Fallunterscheidungen lassen sich allerdings oft auch mit gewöhnlichen Lochkartenmaschinen durchführen. Bei elektronischer Informationsverarbeitung ist es jedoch möglich, derartige Unterscheidungen im gleichen Programm sehr häufig und beliebig gestaffelt vorzunehmen. Bei Verwendung elektronischer Geräte können deshalb Sortierarbeiten in hohem Masse vermieden werden.

Für das *zweite Beispiel* nehmen wir an, dass im Speicher der elektronischen Maschine die Kommutationszahlen D_x gespeichert sind. Der Einfachheit halber soll der Index «x» mit der Speicheradresse übereinstimmen. Im Rahmen einer Berechnung für einzelne Versicherungen, die nicht nach x und $x+n$ sortiert sind, soll der Ausdruck $\sum_{j=0}^{n-1} D_{x+v}$ gebildet werden.

Beim Aufstellen des Programms für diese Aufgabe stossen wir auf folgende Schwierigkeiten: Einmal ändert das Eintrittsalter und das Ablaufsalter von Versicherung zu Versicherung. Daraus folgt, dass auch die Anzahl der zu addierenden Posten von Versicherung zu Versicherung wechseln kann. Offenbar ist es nicht möglich, *direkt* ein Programm für diese Aufgabe niederzuschreiben. Die Lösung besteht darin, dass die Maschine selber das Programm für den Einzelfall aufstellt und dabei mit Befehlen rechnet. Da die einzelnen Programmschritte im allgemeinen im gleichen innern Speicher enthalten sind wie alle andern Unterlagen,

können sie durch andere Programme verändert werden. Steht z. B. im Speicher der Maschine ein Addierbefehl, der noch keine Adresse für die zu addierende Zahl aufweist, so wird in einem ersten Prozess in diesen Additionsbefehl das Eintrittsalter der jeweils bearbeiteten Versicherung als Adresse eingefügt. Das Eintrittsalter ist gemäss Voraussetzung die Adresse des ersten zu addierenden Postens. Nachdem dieser addiert ist, erhöhen wir die Adresse des zu addierenden Postens im Additionsbefehl um «1» und erreichen damit, dass das nächsthöhere D_x addiert wird. Dieses Verfahren wird so lange fortgesetzt, bis die Adresse des zu addierenden Postens $x+n-1$ ist.

Wenn keine Spezialeinrichtungen vorhanden sind, hat die Erhöhung der Adresse um «1» im Rechenwerk zu erfolgen. Das bedingt, dass die Zwischentotale der Addition gespeichert werden müssen und nach Erhöhung der Adresse um «1» wieder ins Rechenwerk zu rufen sind.

Das Abbrechen beim Schlussalter $x+n$ lässt sich unter Verwendung eines Verzweigungsbefehls so erzielen, dass jedesmal nach Erhöhung der Adresse des zu addierenden Postens um «1» geprüft wird, ob die Adresse mit dem Schlussalter übereinstimmt. Bei Übereinstimmung ist die Addition beendet, während bei Nichtübereinstimmung die Addition um einen Schritt weitergeht.

Wir haben bei diesem Beispiel einen Programmteil, welcher sich zyklisch wiederholt. Man nennt derartige Programmteile auch *Schleifen*.

Nahe verwandt mit den Schleifen sind die Unterprogramme. Dies sind Programmteile, die eine bestimmte Teilaufgabe lösen und im Laufe eines Gesamtprogramms unter Umständen mehrfach vorkommen. Z. B. könnte ein Rechenprozess, der die Quadratwurzel aus einer Zahl ergibt, als festes Unterprogramm verwendet werden. Sowohl bei Schleifen als auch bei Unterprogrammen muss der anschliessende Programmablauf maschinenintern gesteuert werden.

Dieses im Verhältnis zu praktischen Problemen recht einfache Beispiel lässt bereits erkennen, dass die Vorbereitung der elektronischen Informationsverarbeitung, die Programmierung im weitesten Sinne des Wortes, eine grosse und komplizierte Arbeit darstellt. Die Analyse eines verwaltungstechnischen Problems, die Erstellung der Schemata für die elektronische Verarbeitung in der Form von Blockdiagrammen sowie die eigentliche Verschlüsselung der Maschinenschritte im entsprechenden Code stellen Probleme dar, deren Lösung Wochen und Jahre beansprucht und qualifizierte Kräfte erfordert.