

Radioelektronik - ein hocheffektiver Wissenszweig

Die Radioelektronik ist ein glänzendes Beispiel dafür, wie Erfindungen der Grundlagenforschung, wenn sie rasch von der Praxis aufgegriffen werden, zum technischen Fortschritt beitragen, schreibt Akademikernmitglied Wladimir Kotelnikow, Vizepräsident der Akademie der Wissenschaften der UdSSR, in einem Beitrag für „Nowosti“. Im neunten Planjahr fünf seien der Radioelektronik zahlreiche Aufgaben gestellt, sowohl was die Erweiterung ihrer Anwendungsgebiete betrifft, als auch hinsichtlich der Vervollkommnung der Apparaturen.

Akademikernmitglied Kotelnikow erwähnt zwei dieser Aufgaben, die für den technischen Fortschritt von größter Bedeutung sind und bei deren Lösung die Wissenschaft eine bedeutende Rolle spielen muß. Die erste, eine traditionelle Aufgabe, ist die Meisterung von neuen, von der Technik noch weitgehend ungenutzten Wellenbereichen. Dieser Prozeß hat stets neue Gebiete erschlossen. Die Nutzung der Wellen mit Längen von 300 bis 3000 Meter in den zwanziger Jahren gestattete die praktische Einführung des Funkverkehrs

und eine starke Entwicklung des Rundfunks. Bei der Meisterung der sogenannten Kurzwellen von einigen Dutzend Metern wurden Funkverbindungen über den ganzen Erdball möglich. Und mit dem Übergang zu Wellen von nur einigen Metern Länge entstanden Fernsehen und Funkortung.

Diese Wellen gestatteten außerdem, die die Erde umgebende Ionosphäre funktionsfähig zu überwinden und Radiostrahlungen aus dem Kosmos zu empfangen, was in den letzten Jahren zu fundamentalen Entdeckungen führte.

Der Bereich der Dezimeter- und Zentimeterwellen ermöglichte die Einrichtung von Richtfunkstrahlen, die den heutigen Forderungen nach Übermittlung kolossaler Mengen von Informationen entsprechen, sowie die weitere Entwicklung der Funkortung, der kosmischen Verbindungen, der Funknavigation und anderer Gebiete.

In den letzten 20 Jahren erfolgte dann der Übergang von den Zentimetern zu Bruchteilen eines Mikrometers, das heißt, es wurde der Bereich der Lichtwellen erreicht. Diese Abschnitte der „ultrakurzen“ Wellen werden zur

Zeit rasch mit Hilfe der auf den Leitsätzen der Quantenmechanik beruhenden Lasertechnik erschlossen. Lediglich die Meisterung des Bereiches zwischen einem Zentimeter und einigen Dutzenden Mikrometern, der sogenannten Millimeter- und Submillimeterwellen bildet eine Art „Festungsgebiet“ der Natur. Wissenschaft und Technik haben ihn zunächst umgangen und sich gleich den Röntgenstrahlen gewandt. Aber gerade dieser Bereich ist außerordentlich aufnahmefähig. Auf den Wellen von einem bis zwei Millimeter Länge können prinzipiell fünfmal mehr Informationen übertragen werden, als auf den bereits erschlossenen, mehr als einen Zentimeter langen Wellen.

Die andere, für den technischen Fortschritt ebenfalls sehr wichtige Richtung ist die sogenannte Mikroelektronik. Sie ist die materielle Basis für die Entwicklung moderner Elektronenrechner und Steuerungsmaschinen. Dabei ist die Arbeitgeschwindigkeit des Computers und ihrer Elemente um ein vielfaches höher als die der im menschlichen Gehirn ablaufenden Prozesse. In der Perspektive läßt sich die Leistung

der Computer noch wesentlich steigern.

Aber auch das Fassungsvermögen der operativen „Gedächtnisse“ der Elektronenrechner hat bereits ein erstaunliches Ausmaß erreicht. Auf Ferritringen von einem Kubikzentimeter lassen sich 1000 bit-Informationen unterbringen.

Ein menschliches Gehirn von diesem Fassungsvermögen müßte vergleichsweise 1000 Kubikmeter groß sein. Physiker-Theoretiker haben errechnet, daß für die zuverlässige Speicherung einer Informationsmenge von etwa tausend Atome ausreichen würden. Ein solches „Gedächtnis“ wäre viele hunderttausendmal kompakter als das „Gedächtnis“ der Moleküle des Desoxyribonukleinsäure. Es kann demnach damit gerechnet werden, daß die Speicher künstlicher EDV-Anlagen praktisch unbegrenzte Mengen Informationen aufnehmen können.



sowie die Chemie geteilt zu werden. Die Belarussische Universität widmet auch Spezialisten für die bevölkerungsreichsten sozialistischen Staaten sowie für Entwicklungsländer abts.

Neue pädagogische Hochschule in Bulgarien

Eine neue pädagogische Hochschule, die vierte ihrer Art, wurde dieser Tage als jüngste Hochschule Bulgariens eröffnet.

Im sechsten Fünfjahrplan erlen in der Volksrepublik Bulgarien 240 000 Spezialisten mit Hoch- und Fachschulbildung sowie rund 250 000 hochqualifizierte Arbeiter für die verschiedensten Industriezweige herangebildet werden. Um diese großen Bildungsvorhaben realisieren zu können, müssen in den nächsten Jahren mehr als 4000 neue Lehrer und Pädagogen ausgebildet werden.

Geschichtsmuseum - Forschungsinitiative Moskauer Studenten

Ein Museum zur Geschichte des russischen Bildungswesens soll in der Nähe des Moskauer Kreml eingerichtet werden. Die von Studenten der sowjetischen Hauptstadt zusammengetragenen historischen und aktuellen Dokumente über das russische Bildungswesen werden ihre Heimstatt in einem Gebäude der ehemaligen Slavisch-griechisch-lateinischen Akademie finden. Auch die Räumlichkeiten dieser Bildungsstätte wurden von den Kommunisten restauriert.

Das Interesse an russischer Geschichte, Kultur und Bildung wurde bei den Studenten der Moskauer Universität sowie des Instituts für Geschichte und Archivwissenschaft geweckt, als sie Materialien über die erste allgemeinbildende Hochschuleinrichtung der Stadt suchten. Pädagogen und Studenten beschlossen ferner, einen Artikelband herauszugeben, der dieser historischen Akademie und ihren Lehrern gewidmet ist.

MIT DIESEM SONNENTELESKOP wird im Observatorium Pulkowo bei Leningrad das Magnetfeld der Sonnenflecken gemessen. Die wissenschaftliche Mitarbeiterin Margarita Kuschnir (Foto) und ihre Kollegen widmen sich dieser Aufgabe im Hinblick auf praktisch verwertbare Ergebnisse für Funkverkehr und Medizin. Die durch Magnetfeldänderungen auf der Sonne bewirkten Teilchenstrahlungsausbrüche beeinflussen das Magnetfeld der Erde und Ionosphäre. Dadurch können Störungen im Funkverkehr entstehen. Die Teilchenstrahlungsausbrüche können infolge der durch sie hervorgerufenen schädlichen "Strahlungen" Weltraumfahrer gefährden.

Atomkraftwerke werden zu chemischen Industrieanlagen

Sowjetische Wissenschaftler in Georgien haben ein Verfahren entwickelt, mit dessen Hilfe es möglich ist, die bereits in großtechnischem Umfang für die Erzeugung von Elektroenergie zum Einsatz kommenden Kernreaktoren zugleich auch als Strahlungsquelle für chemische Prozesse oder für andere industrielle Bestrahlungen zu verwenden.

Die Strahlungschemie, bei der chemische Reaktionen durch Einwirkung hochenergetischer Wellen- oder Teilchenstrahlung ausgelöst werden, basiert derzeit hauptsächlich auf der Anwendung der Gammastrahlen, die beim radioaktiven Zerfall des Kohalt-60 ausgesandt werden. Die Herstellung von Kohalt-60 ist aber relativ teuer und seine Handhabung ist kompliziert, so daß die Einsatzmöglichkeiten beschränkt sind. Eine direkte Bestrahlung in Kernreaktoren hat den Nachteil, daß hierbei die Produkte nicht nur einer starken Gammastrahlung sondern auch einer intensiven Neutronenstrahlung ausgesetzt werden, wodurch sie hochradioaktiv werden können.

Die von den sowjetischen Kernphysikern entwickelten Bestrahlungstreifen sind frei von diesen Nachteilen. Sie ermöglichen es, Bestrahlungen in einem sicheren Abstand von der Strahlungszone eines Reaktors in großem Umfang vorzunehmen. Die Anwendung ist außerdem relativ einfach. Im Prinzip bestehen diese Bestrahlungstreifen aus einem geschlossenen Rohrleitungsstrang, in dem mit Hilfe einer Pumpe Flüssigkeit zirkuliert. Ein Teil dieses Kreislaufs befindet sich innerhalb der Spaltzone eines Reaktors. Ein anderer Teil befindet sich in unmittelbarer Nähe der zu bestrahlenden Substanzen.

Die Flüssigkeit enthält u. a. Verbindungen der seltenen Metalle Gallium und Indium. Innerhalb des

Reaktors werden die Atome dieser Metalle durch Bestrahlung mit Neutronen in stark radioaktive Isotope umgewandelt, deren Halbwertszeit in der Größenordnung von Minuten bis zu einigen Stunden liegt. Beim Zerfall dieser Isotope werden hochenergetische Gammastrahlen mit Energien von 1 bis 2 MEV (Megaelektronvolt) ausgesandt. Außerdem entstehen dabei stabile Isotope der Metalle Germanium und Zinn, die nicht weiter streuen können. Durch den Rohrleitungsstrang werden die hochradioaktiven Indium- und Galliumatome aus dem Reaktor an die Stelle transportiert, wo ihre Strahlung wirksam werden soll. Durch Veränderung der Konzentrationen und der Umlaufgeschwindigkeit kann die Strahlungsintensität sehr einfach reguliert werden. Wird die Rohrschleife geleert und gespült, so kann ohne Gefahr in ihrer Nähe gearbeitet werden.

Nach Ansicht von Ekweter Andronikashvili, Direktor des Physikalischen Instituts der Akademie der Wissenschaften Georgiens, besteht in den nächsten 5 Jahren die Aufgabe darin, diese neuen Bestrahlungsschleifen in die Atomenergiewirtschaft der Sowjetunion einzuführen.

Nach vorläufigen Schätzungen können mit Hilfe der neuen Bestrahlungsschleifen in Atomkraftwerken die spezifischen Kosten für die strahlungschemische Produktion auf ein Fünftel bis ein Sechstel reduziert werden.

Andererseits können die Selbstkosten der Stromerzeugung in Atomkraftwerken durch die Produktion der Strahlungschemie fast zu 80 Prozent gedeckt werden. Die Wirtschaftlichkeit großer Atomkraftwerke wird daher durch die Koppelproduktion von Elektroenergie, Nutzwärme und Strahlungsenergie erheblich verbessert.



Neue Methoden des Ultraschallschweißens von Knochen und der Trennung von Geweben haben sowjetische Wissenschaftler in Gemeinschaftsarbeit erarbeitet und erfolgreich in die Praxis eingeführt. Bereits rund 200 Operationen und Gehirnreparaturen wurden in Laboratorien und Kliniken der UdSSR mit Hilfe des Ultraschalls vorgenommen. Dank der „Mitarbeit“ des Ultraschalls als Helfer des Chirurgen kam es

Ultra-Schall ersetzt Skalpell

vergangenem Jahr auch eine neue Methode bei operativen Eingriffen an der Brustwand, des Rippenstells und der Lunge zum Einsatz. Nach eingehender Prüfung dieser neuen Methode hat sie das Ministerium für Gesundheitswesen der UdSSR mit den dazugehörigen

Apparaten als eine wichtige Entdeckung in der Medizin charakterisiert. Es wurde empfohlen, ihre klinische Erprobung zu erweitern und schneller in die Praxis einzuführen. Darüber hinaus ist vorgesehen, im Zentralinstitut für Weiterbildung der Ärzte sowie im Zentralen Forschungsinstitut für Traumatologie und Orthopädie spezielle Ultra-Schall-Laboratorien einzurichten. Die sowjetischen Mediziner erforschen z. B. auch die

Anwendung des Ultra-Schalls zum Schneiden und Trennen von Knochen im Bereich der Stomatologie und der Neurochirurgie.

An der gemeinsamen Ausarbeitung dieser neuen Methoden und Geräte und ihrer Einführung in die medizinische Praxis waren Spezialisten und Wissenschaftler des Zentralinstitutes für Weiterbildung der Ärzte und der „Technischen Baumann-Hochschule“ beteiligt.

Was ist Schach überhaupt? Ein Spiel? Eine Kunst? Eine Wissenschaft? Vielleicht alles das zusammengekommen? Eine Antwort auf diese Frage zu geben, versucht im Sammelband „Mögliches und Unmögliches in der Kybernetik“ der Altmeister der sowjetischen Schachschule, der Ex-Weltmeister Dr. techn. habil. Michail Botwinnik, der nicht nur im Schachspiel, sondern auch in der Wissenschaft bestens geschlagen ist: Er befaßt sich nämlich von Berufs wegen mit Radioelektronik und Kybernetik.

Das Schachspiel ist Kunst und Berechnung zugleich. Rechnen kann die Maschine durchaus auch. Doch wie steht es mit der Kunst? Läßt sich eine Rechenmaschine bauen, die gut Schach spielen kann? Ist ein Zweikampf zwischen einem Maschinen-Großmeister und einem menschlichen Großmeister möglich?

Der „Vater“ der Kybernetik, der Amerikaner Norbert Wiener, verneint eine solche Möglichkeit. Vor einigen Jahren erklärte Michail Tal, es sei ausgeschlossen, eine derartige Maschine zu konstruieren. Ein sowjetischer Kybernetik-Spezialist sagte einmal, daß es im Prinzip möglich sei, eine solche Schach spielende Maschine zu schaffen, diese würde aber dann die Aufgabe des Universitätsgebäudes auf den Moskauer Leninbergen haben und hätte überdies bei einer Schachaufgabe soviel Varianten durchzurechnen, daß sie sich bereits nach dem zweiten Zug in Zeitnot befände. Bei einem Schachproblem mit zehn Zügen und vier Figuren (König und Turm gegen König und Turm) muß die Maschine 3 Quadrillionen Operationen

Mensch und Maschine am Schachbrett

ausführen! Selbst der sowjetische Schnellrechner BESM-6 mit seiner Million Operationen pro Sekunde brauchte dazu eine Ewigkeit.

Warum gerät die Maschine überhaupt in Zeitnot?

Bekanntlich kann ein Schachspieler niemals alle möglichen Varianten berücksichtigen. Er nimmt sich die nächsten 2, 3 oder 4 Züge näher unter die Lupe. Setzt man voraus, daß eine Partie im Durchschnitt aus 40 Zügen besteht, so resultiert daraus, daß der Spieler während des Spiels ungefähr 100 Züge analysieren muß. Doch selbst dann, wenn diese Zahl das Doppelte oder Dreifache betrüge, so wäre das noch immer gar nichts gegen die astronomische Zahlenmenge, die beim Durchrechnen aller theoretisch möglichen Varianten entsteht.

Wenn der Schachspieler eine Position analysiert, so hat er natürlich das gesamte Brett mit seinen 64 Feldern im Blickfeld, seine eigentliche Aufmerksamkeit gilt jedoch nur 8 bis 16 Feldern. Auch nicht alle Figuren beziehen er in seine Berechnungen mit ein, es genügt ihm, 3 bis 6 davon näher ins Auge zu fassen. Wie aber läßt sich überprüfen, ob er gerade die richtigen Figuren und richtigen Felder ausgewählt hat? Dafür gibt es eine Methode, die sich, will ich meinen, wohl alle Meister anzuwenden bemühen. Der Spieler überlegt sich seinen Zug und analysiert ihn dann; dehnt sich

dabei das Spiel auf weitere Felder und Figuren aus, so wird die gesammelte Information bei einer erneuten Analyse verwendet. Nach wiederholten solchen Überlegungen ist der Spieler dann in der Lage, die in Frage kommenden Felder und Figuren ausreichend genau auszuwählen, darauf wird dann die Berechnung schon nicht mehr „im Unreinen“, sondern endgültig angestellt.

Der Leser wird nun sicher schon erraten haben, warum Norbert Wiener nicht ganz recht gehabt hat. Die Konstrukteure von Rechenmaschinen hatten nämlich vor, auch für das Schachspiel eine exakte Maschine zu schaffen, die alles ganz genau nimmt. Ein solcher Super-Schachspieler wird aber doch wohl leider Utopie bleiben. Sollte man da lieber nicht andere Aufgaben stellen, nämlich eine Maschine zu bauen, die genau so „unvollkommen“ wie der Mensch am Schachbrett denkt und auch genau so vrt wie ein einfacher sterblicher Großmeister? Ich glaube, den Schlüssel zum Erfolg werden wir in die Hände bekommen, wenn wir versuchen, eine Maschine nach unserem Ebenbild zu konstruieren.

Fretlich erwachsen hierbei erhebliche Schwierigkeiten für die Programmierung. Wie soll man der Maschine beibringen, auf „Menschenart“ zu spielen, wenn wir doch selbst nicht wissen, welche Prozesse im Gehirn eines Schachspielers beim Analysieren

einer Position ablaufen? Allerdings werden wir das auch erst dann erfahren, wenn wir beginnen, uns intensiv mit der Konstruktion solcher Maschinen zu befassen. Dadurch nämlich, daß wir die Mängel der Maschine, genauer gesagt, die Mängel in ihrem „Schachdenken“ aufdecken und verschiedene Verfahren der Programmierung erproben, werden wir auch dahinterkommen, was so ein Schachmeister denkt.

Sieben Jahre habe ich gebraucht, um ein Schachprogramm auszuarbeiten, das der Qualifikation eines Meisters entspricht. Noch nicht geklärt ist allerdings, ob die modernen Rechenmaschinen dieses Programm auch bewältigen können. Im folgenden sei nun meine Theorie in einer leicht verständlichen Kurzfassung wiedergegeben.

Ich ging zunächst von dem Gedanken aus, daß ein Figurengewinn zu erstreben ist. Das Wichtigste ist der Angriff, mit ihm beginnt das Spiel. Die Verteidigung - falls sie erforderlich wird - ist eine Folge der Attacke.

Der Angriff ist stets mit der möglichen Annäherung zweier Figuren, der angreifenden und der angegriffenen, verbunden. Die Annäherung kann auf einer bestimmten Linie erfolgen, die aus konkreten Feldern besteht. Dem Angriff einer Figur gegen eine andere entspricht eine relativ einfache mathematische Funktion, einer Vielzahl von Angriffen eine Vielzahl von Funktionen. Somit läuft das Spiel im Grunde genommen darauf hinaus, daß ein jeder Partner versucht, diese Vielzahl zu seinen Gunsten zu verändern.

Weise begrenzt wird. Es muß eine Art sichtbarer Horizont geschaffen werden. Alles, was hinter ihm liegt, wird vorübergehend außer acht gelassen. Ein solcher Horizont gelang es abzuleiten. An und für sich ergibt er sich schon aus der Leistungsfähigkeit der schachspielenden Einrichtung, sei es nun ein elektronisches oder ein menschliches Gehirn.

Stellen Sie sich einmal folgendes vor: Ein Fallschirmspringer ist in einem Sumpf aufgekommen. Bis zum festen Boden ist es noch ein halber Kilometer. Wie soll er dorthin gelangen? Natürlich wird niemand in der Lage sein, den Weg, der ans Trockene führt, gleich von Anfang bis Ende festzulegen. Die Zeit aber drängt. Der Fallschirmspringer wird sich also erst einmal nach allen Seiten umsehen und die nächste Umgebung von 5-10 Metern näher untersuchen. Hat er sich auf diesem Abschnitt seinen Weg von Erdhügel zu Erdhügel ausgesucht, tut er den ersten Schritt. Damit ändert sich auch der Horizont. Es erfolgt eine Analyse der neuen Umgebung, der nächste Schritt wird getan. So geht es weiter.

Ein erfahrener Fallschirmspringer wird schon von vornherein durch geeignete Maßnahmen den Erfolg sichern. Er wird sich umsehen, ob er nicht in greifbarer Nähe einen größeren Ast oder ein Brett findet, er wird auch versuchen, vielleicht seine Ausrüstung irgendwie zum Vorwärtskommen zu verwenden.

Ähnlich verhält sich auch ein guter Schachspieler. Sind die Angriffshorizonte gefährlich (nämlich geschlossen) hält er Umschau, ob er nicht andere Figuren ins Spiel einbeziehen kann, um so

die Fronten (Funktionen) des Angriffs gegen die Figuren des Rivalen zu verbessern und dadurch dessen Chancen zu verringern. Das ist dann das sogenannte „Positionsspiel“.

Ich danke, daß dieser Teil der Theorie (vom Positionsspiel) sich ganz entschieden von dem unterscheidet, was früher vorgeschlagen wurde. Ungelährt genauso unterscheidet sich im Prinzip das Spiel eines Meisters von dem eines schwachen Spielers.

Ich habe meine Theorie Mathematikern vorgelegt, diese verhielten sich jedoch ihr gegenüber reichlich skeptisch. Trotzdem hoffe ich, daß die Schachspieler einen anderen Standpunkt beziehen und sie in der Praxis überprüfen werden. Gelingt das Experiment, so werden möglicherweise auch die Mathematiker ihre Einstellung ändern müssen. Und warum sollten sich die Rechenmaschinen nicht eines Tages im Schachspiel vollkommener Übrigens kann eine Maschine auch deshalb mit Aussicht auf Erfolg gegen einen Meister antreten, weil sie ein ausgezeichnetes Gedächtnis und ein beneidenswertes Ausdauer besitzt, sind ihr doch der Lärm im Saal und die Kommentare der Journalisten völlig gleichgültig.

Wenn es dann einmal soweit sein wird, daß auch Maschinen den Titel „Internationaler Großmeister“ erhalten, müssen wohl aber über zwei Weltmeisterschaften ausgetragen werden: eine für die Menschen, die andere für die Maschinen. In letzterem Fall werden natürlich weniger Maschinen miteinander wetteifern, als vielmehr ihre Konstrukteure und die Programmierer. (Gekürzt aus „Sputnik“, Heft 10, 1971)