Zeitschrift: Der klare Blick : Kampfblatt für Freiheit, Gerechtigkeit und ein starkes Europa

Herausgeber: Schweizerisches Ost-Institut

Band: 9 (1968)

Heft: 8

Artikel: Die Kybernetik im Sowjetsystem 6 : Biokybernetik

Autor: Csizmas, Michael

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1076525

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: 11.09.2025

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

Die Kybernetik im Sowjetsystem

Biokybernetik

Von Michael Csizmas

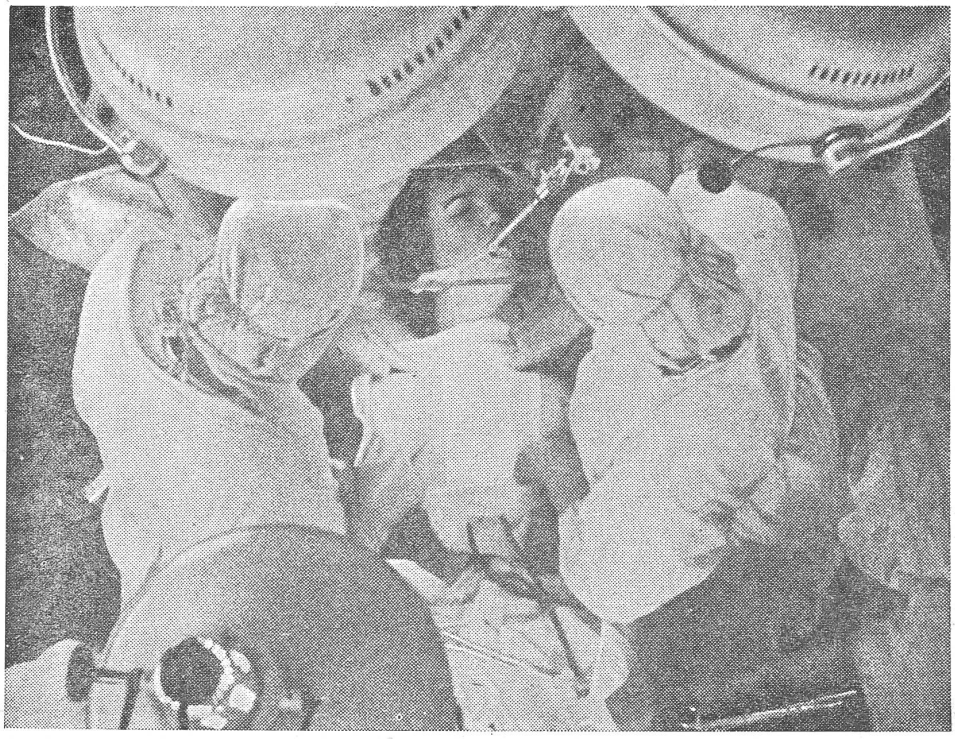
Führende Wissenschafter in Ost und West brachten vor einiger Zeit zum Ausdruck, dass die Biologie die Wissenschaft der Zukunft sei. Es ist heute auf dem Gebiet der Biologie ähnlich wie Ende des vergangenen Jahrhunderts auf dem Gebiet der Physik, als sich der sieghafte Einzug der Mathematik in diese Wissenschaft vollzog. Auch in der Biologie können schon die verschiedensten Lebensprozesse durch mathematische Gleichungen ausgedrückt werden. Mit Hilfe der Mathematik ist es zum Unterschied der üblichen bis jetzt verwendeten physikalischen Modelle möglich, in diesen Fällen mehrere veränderliche Grössen (z. B. die verschiedenen Einflüsse der Umwelt auf den lebenden Organismus) in Form von mathematischen Variablen in mehr oder weniger imposante Gleichungen aufzunehmen. Die bewusste Aenderung einer Grösse zeigt indirekt, wie sich die andern dazu verhalten. Es sollen in diesem Sinne nur die neuesten Errungenschaften bei der Erforschung der Reflexe, des Orientierungssinnes der Tiere, des Gedächtnisses usw. mit Hilfe der Mathematik erwähnt werden.

Die heutigen, zum grössten Teil elektronischen Automaten und Modelle versuchen die Lebensprozesse in ihrem wirklichen Ablauf nachzubilden und damit bei der Erforschung dieser ungeheuer komplizierten Vorgänge behilflich zu sein. Es entstanden Automaten und Modelle von ausserordentlichem wissenschaftlichem und praktischem Wert. Die biokybernetischen Experimente offenbaren sich also als eine äusserst fruchtbare Verbindung von Technik und Biologie. Erscheinungen an Lebewesen, die durch direkten Eingriff nicht untersucht werden können, werden an elektronischen Datenverarbeitungsanlagen simuliert. Das Wesen der Biokybernetik besteht also in der Ausnutzung elektronischer Hilfsmittel zur Erforschung organischer Phänomene, unter teilweisem Verzicht auf Testpersonen.

Biokybernetik und Praxis

Im Jahre 1957 riefen die Chirurgen Folkmann und Watkins bei einem Hund eine Störung in der Herztätigkeit hervor, die zum Tode zu führen drohte. Danach nähten sie in seine Haut einen Impulsgenerator ein, dessen elektrischen Signale den Herzmuskel rhytmisch reizten und so die versagende Regelung durch das Nervensystem ersetzten. Der Herzschlag des Hundes wurde wieder regelmässig. Ein Jahr später wurde diese Operation an einem Menschen durchgeführt, bei dem hin und wieder gefährliche Unterbrechungen in der Herztätigkeit auftraten. Ein kleines elektronisches Gerät, das unter die Haut genäht wurde, überträgt jedesmal, wenn das Herz stehen bleibt, einen Impuls auf den Herzmuskel und regt diesen zur Arbeit an.

Im Jahre 1957 schufen A. Kobrinski, M. Brejdo, W. Gurfinkel, M. Poljan und andere enthusiastische Moskauer Ingenieure, Elektrotechniker und Aerzte eine künstliche Hand, die durch Bioströme gesteuert wird. Da die Bioströme unmittelbar zur Steuerung der Muskel durch das Gehirn dienen, liess sich diese Hand ebenso unbewusst wie eine natürliche durch das Gehirn steuern. Die Amerikaner McCulloch und Pitts waren damit beschäftigt, einen Apparat zu konstruieren, um Schriftzeichen in akustische Sprache umzuwandeln, mit



Herzoperation in der UdSSR: Eine künstliche Herzklappe wird eingesetzt.

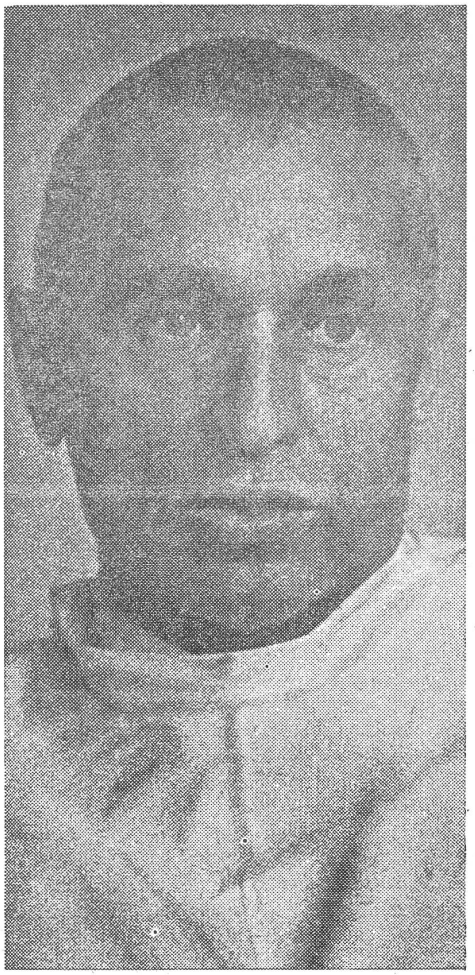
6 deren Hilfe Blinden das Lesen durch Hören ermöglicht werden sollte. Von Bonin, der Teile des Schaltplanes zu diesem Apparat sah, fragte erstaunt: «Ist dies ein Schaltbild der vierten Schicht des vertikalen Sehzentrums?»

Rumänische Kybernetiker beschäftigten sich insbesondere mit der Frage der Modellierung der höheren Nerventätigkeit, angefangen mit der Modellierung des Grundelementes des Zentralnervensystems — des Neurons. Durch Verwendung eines vervollkommneten Schemas des Neuronenmodells wiesen E. Nicoleau und C. Balaceanu nach, dass theoretische Modelle geschaffen werden können, mit deren Hilfe sich motorische Handlungen, die elementare intellektuelle Tätigkeit und sogar gewisse Aspekte der höheren Nerventätigkeit erklären lassen. Andere Modelle neuronaler Netze wurden von D. Farkas erarbeitet, der diese Netze auf dem Rechner MECIPT vom Polytechnischen Institut in Temesvar simulierte. Die neuronalen Prozesse wurden teilweise mit Hilfe verschiedener elektronischer Vorrichtungen modelliert, die von der Fakultät für Elektronik des Bukarester Polytechnischen Instituts geschaffen worden waren. So wurden mehrere Modelle bedingter Reflexe und ein elektronisches Modell des Gehöranalysators in diesem Institut erarbeitet.

Auch in der Sowjetunion, in Grossbritannien, in Schweden und in den USA laufen umfangreiche Forschungen zur mathematischen Modellierung des Gehirns und seiner Hauptfunktionen mit Hilfe von Computern.

Am Bukarester Polytechnischen Institut konnte ein elektronisches Hündchen gebaut werden, das die wichtigsten Eigenschaften der bedingten Reflexe aufweist. In anderen Ländern wurden Mäuse, Schildkröten und anderes gebaut, die nicht nur bedingte Reflexe erlernten, sondern auch «Gedächtnis» besitzen. So finden sie sich in einem speziell für sie gebauten Labyrinth beim zweiten oder gar dritten Durchgang bedeutend leichter zurecht als beim ersten Durchgang, der mitunter sehr lange dauern kann. Ja, noch mehr. Es wurden denkende Automaten als Schachspieler gebaut, denen es gelungen ist, selbst berühmte Gegner (Menschen) zu besiegen.

Natürlich stehen diese Errungenschaften noch verhältnismässig am Anfang. Doch ausser diesen zum grössten Teil Forschungszwecken dienenden Automaten werden auch solche von rein praktischer Bedeutung gebaut. Auf medizinischem Gebiet nimmt ihre Zahl und Vielfältigkeit ständig zu. Hier dienen sie vor allem dazu, fehlende oder kranke Organe (z. B. Sinnesorgane, Herz, Lunge) oder amputierte Gliedmassen zu ersetzen. Von dem genauen Studium des zu ersetzenden Organs ausgehend entstanden so Ohrenprothesen, die das verlorene Gehör auf einem Umweg ersetzen und es z. B. ermöglichen, Tonschwingungen durch den Tastsinn wahrzunehmen; Leseapparate zum teilweisen Ersatz des Geichtssinnes bei Blinden, bewegliche und empfindliche Hand- oder Fussprothesen, die mit einem Motor versehen, die amputierten Gliedmassen ersetzen. Es konnten auf diesem Gebiet schon Prothesen gebaut werden, die die Impulse aus den zum Stumpf führenden Nerven aufnehmen, verarbeiten und den verschiedenen Teilen der Prothese eine hand- bzw. fussähnliche Bewegung geben, die in diesem Fall durch den Willen bewusst beeinflusst und gelenkt werden kann.



Professor Nikolai Amossow, Leiter der sowjetischen biokybernetischen Forschung.

Bionik

Die Bionik, ein Zweig der Biokybernetik, beschäftigt sich mit der Anwendung biologischer Erkenntnisse in der Technik. Es hat sich herausgestellt, dass biologische Strukturen und biologische Funktionen dem Techniker günstige Vorlagen bieten, die er sich sonst mühevoll erarbeiten müsste. Das offizielle Geburtsdatum der Bionik liegt im Jahre 1960. Damals fand in den USA das erste Symposium über Bionik unter dem Thema: «Lebende Prototypen — Schlüssel zur Technik» statt.

Im Grunde genommen ist die Bionik so alt wie die Menschheit selbst. Nach der Beobachtung schwimmender Bäume auf Wildwassern schaffte der Mensch die ersten Flösse zur Fortbewegung auf Flüssen. Durch Nachahmung der Fischbewegungen entstanden die ersten Boote. Nach genauer Beobachtung der Vögel im Flug erbaute der Mensch die ersten Flugapparate. Das Uebertragen biologischer Erkenntnisse auf die Technik war früher mehr oder weniger einzelnen Personen oder sogar dem Zufall überlassen. Die moderne Bionik betreibt ihre Forschungen systematisch und zielgerichtet. Es werden drei Hauptgebiete der Bionik unterschieden: Die biologische Bionik; sie deckt Gesetze und Prinzipien im lebenden Organismus auf. Die theoretische Bionik; sie befasst sich mit der Nachbildung mathematischer Modelle auf der Grundlage der entdeckten biologischen Gesetze und Prinzipien. Die technische Bionik; sie hat die Aufgabe, elektronische und andere Modelle biologischer Prototypen zu entwickeln, die nach dem gleichen Prinzip arbeiten wie die Elemente des lebenden Organismus.

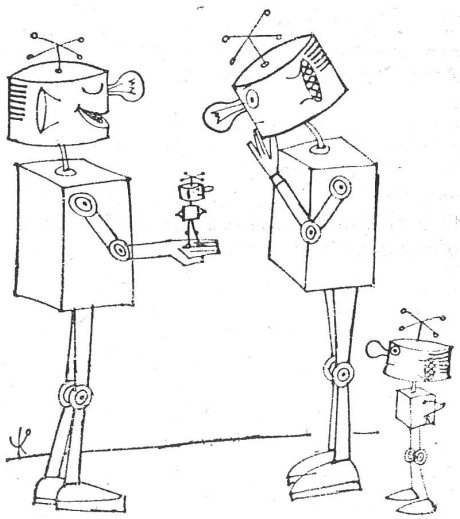
Was vermag die Bionik zu leisten?

Aus der Fülle der Anwendungsmöglichkeiten biologischer Erkenntnisse für die Technik hat der sowjetische Professor Gambarjan, Direktor des Instituts für Bionik, folgendes ausgeführt:

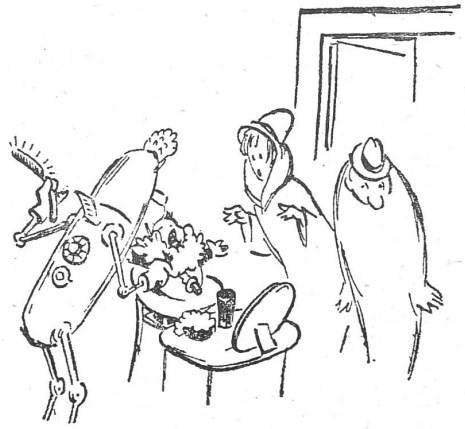
- Die gegenwärtigen mehrschichtigen und porigen (Schaum-) Konstruktionen, die im zunehmendem Masse im Flugzeugbau und beim Bau von Raumkörpern verwendet werden, nähern sich strukturell dem Knochenaufbau.
- In der heutigen Flugzeugtechnik werden bereits die verschiedensten konstruktiven Lösungen, die von den Vögeln direkt übernommen wurden, angewendet. Dennoch bleiben Flugzeuge noch hinter den Leistungen von Vögeln und Insekten zurück, hinsichtlich ihrer Manövrierfähigkeit, der Flugdauer ohne Zwischenlandung usw. Nach weiteren Kenntnissen des Vogel- und Insektenfluges sind noch gewaltige Neuerungen in der Flugzeugtechnik zu erwarten.
- Der «Miniatur-Seismographen» der Spinne, der «Miniaturthermometer» der Mücken und der «Miniatur-Autopilot» der Stubenfliege werden in der Technik in Zukunft grosse Möglichkeiten bieten. Erkenntnisse über Hydrolokation der Delphine könnten zur Vervollkommnung von Hydrolokationsgeräten in der Hochseeschiffahrt genutzt werden. Auch das Blutlaufsystem der am höchsten entwickelten Lebewesen gibt den Fachleuten der Hydrodynamik wertvolle Anregungen, unter anderem zu Verwendung von Klappen in hydraulischen Systemen, analog den Herz- und Aortenklappen.
- Vor allem bietet aber das Gehirn in seinem Gesamtaufbau grosse Möglichkeiten für die Technik. Das menschliche Gehirn verfügt über 14 bis 17 Milliarden Nervenzellen (Neuronen). Die Nervenzellen eines menschlichen Gehirns eng aneinandergelegt würden lediglich ein Volumen von etwa 1,5 dm^3 einnehmen. Die Energieforderung des Gehirns beträgt nur einige Zehntel Watt. Würde man heute mit den verfügbaren technischen Kenntnissen eine analoge technische Einrichtung aus der gleichen Zahl von Elementen bauen, wie sie das menschliche Gehirn besitzt, so käme das allgemeine Volumen eines solchen Apparates auf ein Ausmass von 10 × 10 m Grundfläche und 100 m Höhe; zur Energieerzeugung für diesen Apparat wäre ein modernes Kraftwerk mit einer Leistung von 100 Millionen Kilowatt notwendig. Experten sind der Meinung, dass genaue Kenntnisse über die Traumvorgänge im Gehirn für das Fernsehen umwälzende Veränderungen nach sich ziehen würden.
- Von besonderer Bedeutung für die Technik ist auch das Gedächtnis des Gehirns. In Speicherwerken von modernen Computern können etwa 10 Millionen Worte aufbewahrt und binnen kurzer Zeit entspeichert werden. Diese enorme Leistung steht aber in keinem Verhältnis zum Leistungsvermögen des menschlichen Gehirns, welches Informationen in fast unbegrenzter Anzahl aufnehmen kann. Der technischen Nachbildung des menschlichen Gedächtnisses wird gegenwärtig grösste Aufmerksamkeit gewidmet, weil entsprechende Erkenntnisse der Rechenautomatik dienlich sein würden.

In aller Herren Länder wird die Bionik heute — wie es auch teilweise schon aus den aufgezählten Forschungsgebieten hervorgeht — auch im Dienst der militärischen Zwecke verwendet. Die Sowjetunion weist einen solchen Verdacht zwar zum vornherein ab, aber auch hier werden die Forschungen hauptsächlich von den jeweiligen militärischen Behörden finanziert. So können diese Forschungen wesentlich zur konstruktiven Lösung hochinteressanter militärischer Probleme, z. B. von selbst ihr Ziel suchender Raketen, beitragen. Mit Hilfe von Neuronen-Elektronen-Systemen ist vorgesehen, Informationen. die von äusseren Anlassern des Geschosses stammen, durch das Gehirn einer Katze zu leiten. Die Katze soll dann die Lösung der jeweiligen Aufgaben empfangen und eine bestimmte Tätigkeit auf der Grundlage vorher gefestigter bedingter Reflexe ausführen. Vorausberechnungen sollen ergeben haben, dass ein solches System «Gesteuertes Geschoss-Katzenhirn» eine grosse Treffsicherheit erreicht. Ebenso bilden diese Forschungen einen Beitrag zur Meisterung der Rendez-vous-Technik im Weltall. Hier ist also umgekehrt organisches Verhalten Vorbild bei der technischen Realisierung analoger Erscheinungen.

(Fortsetzung folgt)



«Heutzutage hat man eben Transistor-Kinder.» («Hospodarske Noviny», Prag)



«Wer hat heute das Kindermädchen programmiert?» («Neuer Weg», Bukarest)