Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 82 (1991)

Heft: 13

Artikel: Neuronale Netzwerke im Verbund : das Projekt Mantra der ETH Lausanne

Autor: Hasler, Martin

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-902978

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: 03.07.2025

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

Neuronale Netzwerke im Verbund

Das Projekt Mantra der ETH Lausanne

Martin Hasler

Das hier vorgestellte Projekt Mantra der ETH Lausanne zielt auf die Entwicklung eines Informationsverarbeitungssystems, das in seinem Kern verschiedene, in Hardware realisierte Neuronale Netzwerke enthält. Es ist modular aufgebaut und wird von einem Arbeitsplatzrechner aus gesteuert. Das Hauptziel ist eine Echtzeitverarbeitung von Signalen sowie eine Echtzeitlösung von komplexen Steuerungsaufgaben.

Le projet Mantra de l'Ecole Polytechnique de Lausanne est décrit. Il s'agit d'un système de traitement de l'information qui est composé de réseaux de neurones réalisés en matériel, avec une structure modulaire. Le tout est géré par une station de travail. On vise avec ce système le traitement de signaux en temps réel ainsi que la solution de problèmes complexes de réglage en temps réel.

Adresse des Autors
Prof. Dr. *Martin Hasler*, Département d'Electricité, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Ecublens, 1015 Lausanne

Das interdisziplinäre Forschungsgebiet der Neuronalen Netzwerke hat beträchtliche Ausmasse angenommen, insbesondere wenn man bedenkt, dass vor zehn Jahren weltweit nur eine kleine Gruppe von Forschern sich mit diesem – damals noch exotischen – Thema befasste. Woran liegt dieses plötzliche Interesse? Im wesentlichen sicher an einigen erfolgversprechenden Ideen, einigen theoretischen Resultaten und nicht zuletzt einigen ersten Anwendungserfolgen.

Die Idee ist sicher verführerisch, sich von der Struktur des menschlichen Gehirns leiten zu lassen, wenn es darum geht, neue Informationsverarbeitungssysteme zu konzipieren, die Aufgaben lösen sollen, denen heutige Rechenanlagen nicht oder nur ungenügend gewachsen sind. Dem liegt die Feststellung zugrunde, dass das Hirn zwar um Grössenordnungen komplexer als ein Computer ist, dass andererseits aber dessen elementare Bausteine, die Neuronen, sehr viel langsamer arbeiten als Transistoren.

So haben sich denn auf der ganzen Welt spontan Leute für die neuronalen Netzwerke zu interessieren begonnen, und zwar von ganz verschiedenen Standpunkten aus. Da gibt es Bild- und Sprachverarbeitungsspezialisten, welche nach neuen Methoden suchen, Informatiker, welche auf dem Gebiet der künstlichen Intelligenz alternative Wege beschreiten, Entwerfer integrierter Schaltungen, welche neurona-

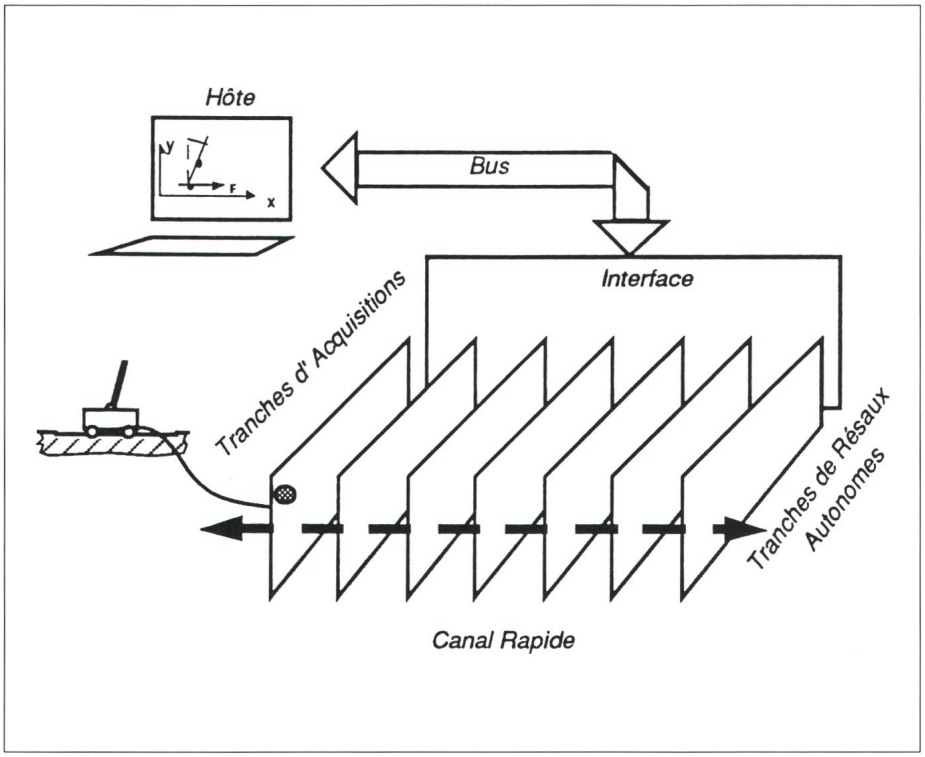

Bild 1: Mantra-Systemstruktur

Beiträge zum Mantra-Projekt

a. Laboratoire de Microinformatique (Département d'Informatique), Prof. J.-D. Nicoud, Dr. F. Blayo, M. C. Lehmann:

- Systementwurf und Realisierung des Interface, inkl. Definition der Schnittstellen und Datenprotokolle.
- Realisierung eines systolischen Netzwerkes auf einer Karte. Dieses Netzwerk kann verschiedene neuronale Netzwerke in digitaler Form emulieren (Hopfield, Kohonen usw.). Der Lernvorgang kann auf der Karte selbst ausgeführt werden.

b. Laboratoire d'Electronique Générale (Département d'Electricité), Prof. E. Vittoz, M.P. Heim und Prof. M. Declercq, Dr. B. Hochet, M.V. Peiris:

- Entwicklung eines analogen Kohonen-Netzwerkes, wenn möglich mit Lernverfahren auf der Karte (Vittoz, Heim).
- Entwicklung eines gemischt analog-digitalen Kohonen-Netzwerkes auf einer Karte. Es wird auch angestrebt, das Lernverfahren auf der Karte auszuführen (Declerq, Hochet, Peiris).

c. Laboratoire des Réseaux Electriques (Département d'Electricité), Prof. A. Germond, M.T. Baumann, Mme D. Niebur:

- Anwendung des Kohonennetzwerkes im Betrieb elektrischer Energietransport- und Verteilungsnetzwerke. Es ist insbesondere vorgesehen, Sicherheitsanalysen in Echtzeit und in einem Umfang, der heute nicht möglich ist, durchzuführen.

d. Recherche Opérationnelle (Département de Mathématiques), Prof. D. de Werra, Dr. E. Amaldi, M.E. Mayoraz:

- Theoretische Untersuchungen über Lernverfahren, insbesondere des Kohonen-Netzwerkes.

e. Chaire des Circuits et Systèmes (Département d'Electricité), Prof. M. Hasler, M.P. Thiran:

- Theoretische Untersuchungen über Lernverfahren, insbesondere über den Einfluss von ungenauen Parameterwerten in analogen Schaltungen und Quantisierungsfehlern in digitalen Schaltungen.

Tabelle I

le Netzwerke auf die Chips bringen wollen, Neurophysiologen, die Modellrechnungen durchführen usw.

Auch an der ETH Lausanne haben verschiedene Gruppen ziemlich früh Interesse an diesem neuen Gebiet gezeigt. Im Oktober 1989 wurde die traditionelle Tagung «Journées d'Electronique» ganz diesem Thema gewidmet. Bereits vorher wurde auf Initiative von Pierre Marchal des «Laboratoire de Microinformatique» (Prof. Nicoud) eine Interessengruppe namens Carnac gebildet, welche seither monatlich ein Seminar auf dem Gebiet der Neuronalen Netzwerke und über verwandte Themen hält. Diese Gruppe sprengt bei weitem den Rahmen der ETH Lausanne. Man findet in der Diskussionsrunde Teilnehmer der Universitäten Lausanne, Fribourg, des Universitätsspitals Lausanne und andere mehr.

Trotz all diesen Bemühungen hat sich gezeigt, dass jeder auf seine Art Forschung betreibt und dass vielleicht mögliche Synergieeffekte brachliegen. Man kann etwa drei verschiedene Forschungsrichtungen unterscheiden:

- Theorie
- Realisierung in Hardware und Software
- Anwendung, das heisst Problemlösen mit Hilfe neuronaler Netzwerke.

Ein engerer Kreis hat sich nun zu einer Arbeitsgruppe zusammengeschlossen, die sich ein spezifisches Ziel gesetzt hat, nämlich den Entwurf eines Informationsverarbeitungssystems, bestehend aus Karten, welche Hardwarerealisierungen von neuronalen Netzwerken tragen und die über ein Interface mit einem konventionellen Arbeitsplatzcomputer verbunden sind. Daher auch der Name des Projektes, MANTRA, welcher für *MA*chine *N*euronale en *T*ranches de *R*éseaux *A*utonomes steht.

Aus dieser Zielsetzung ist ersichtlich, dass der Schwerpunkt auf der Hardwarerealisierung liegt. Dennoch nehmen auch Theorie- und Anwendergruppen teil. Aus der Sicht der Projektteilnehmer ist von grösster Bedeutung, Netzwerke nicht nur zu simulieren oder entsprechende Algorithmen zu entwerfen, sondern die Netzwerke auch möglichst getreu materiell nachzubilden. Nur so kann das ganze Potential der Methode ausgenützt werden und nur so haben Neuronale Netzwerke eine Chance, sich gegen hochentwickelte konventionelle Methoden durchzusetzen.

Eine der Forschungsrichtungen wird im Projekt nicht verfolgt, nämlich die Simulation des Gehirns mit Hilfe Neuronaler Netzwerke. Die Anwendungen, die angestrebt werden, sind also rein technischer Natur. In diesem Sinne ist die Frage, ob die Neuronalen Netzwerke, die realisiert werden sollen, auch wirklich den biologischen Neuronalen Netzwerken entsprechen, von nebensächlicher Bedeutung.

Systemstruktur

Mit dem Projekt Mantra soll ein Instrument für die Echtzeitanwendung von neuronalen Netzwerken auf dem Gebiet der Signalverarbeitung und der Regelungstechnik entwickelt werden. Es ist nicht vorgesehen, das System auf ein bestimmtes Neuronales Netzwerk auszurichten. Im Gegenteil, es soll so konzipiert werden, dass jederzeit ein neues Netzwerk eingefügt werden kann. Somit ist eine modulare Systemstruktur angezeigt, in welcher verschiedene Neuronale Netzwerke relativ autonom funktionieren können.

Im Hinblick auf die Echtzeitanwendungen sollen die Neuronalen Netzwerke möglichst schnell arbeiten, was spezifische Hardwarerealisierungen bedingt. Auch der Datenaustausch mit der Anwendungsumgebung muss entsprechend schnell vor sich gehen. Dafür benötigt man einen speziellen Kanal mit einer hohen Datenrate. Es ist auch vorgesehen, verschiedene Neuronale Netzwerke in einer hierarchischen Struktur zu verwenden. Somit soll der schnelle Datenkanal auch verschiedene Netzwerke verbinden können. Anderseits soll das System möglichst flexibel sein, um ein vielseitiges Experimentieren und Testen in der Ausbauphase zu ermöglichen. Es muss daher in einen konventionellen Computer eingebettet sein. Der Datenaustausch mit dem Computer ist natürlich relativ langsam. Daher soll der Computer in der eigentlichen Be-

nützungsphase der neuronalen Netzwerke umgangen werden. Lernphasen hingegen können ohne weiteres über ihn abgewickelt werden, obwohl das Lernen später in das Netzwerk integriert werden soll. Aus den obigen Überlegungen wurde die in Bild 1 dargestellte Systemstruktur abgeleitet. Jedes Neuronale Netzwerk wird in Hardware auf einer oder mehreren Karten realisiert. Es funktioniert im Prinzip autonom und tauscht Daten mit den anderen Karten und der Anwendungsumgebung auf dem schnellen Datenkanal aus. Eine spezielle Karte für Datenaufnahme und Vorverarbeitung ist ebenfalls vorgesehen. Die Karten werden über ein Interface mit einem Arbeitsplatzrechner verbunden, der die Steuerung auf Systemebene übernimmt und auch für Test- und Lernoperationen zur Verfügung steht.

Beiträge der verschiedenen Gruppen

Der modulare Aufbau des Systems Mantra erlaubt, verschiedenartige Netzwerkrealisierungen in ein und dasselbe System einzubringen. Das eröffnet interessante Vergleichsmöglichkeiten, zum Beispiel zwischen analogen und digitalen Versionen desselben Netzwerkes. Ferner können so die verschiedenen Gruppen relativ unabhängig voneinander arbeiten. Die Projektteilnehmer und Beiträge sind in Tabelle I aufgeführt. Die mehr theoretisch orientierten Gruppen d und e sind auch bereit, sich mit anderen Problemen zu befassen, die sich im Zusammenhang mit den verschiedenen Realisierungen oder auch mit den Anwendungen stellen. Ferner sollen die Anwendungen auch auf andere Bereiche ausgedehnt werden.

Ausblick

Das Anfang dieses Jahres begonnene und bis Ende März 1993 dauernde Projekt Mantra wird von der ETH Lausanne finanziert. Es wird sich zeigen, ob die gestellte Aufgabe realistisch war, und ob die Systemstruktur sich bewährt. Auf jeden Fall ist zu hoffen, dass die verschiedenen Projektteilnehmer auch über das Ende des Projekts hinaus zusammenarbeiten. Mit dem Projekt sollen erste Erfahrungen gesammelt werden, die den Weg für weitergehendere Arbeiten aufzeigen. Später könnte der Kreis der Teilnehmer erweitert werden, und vielleicht können dann auch neue Finanzierungsquellen gefunden werden.

Lesen Sie das Bulletin SEV/VSE.

*

Besuchen Sie die Tagungen der Fachgesellschaften ITG und ETG des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins.