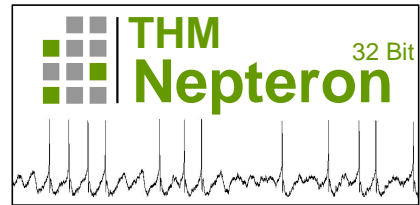


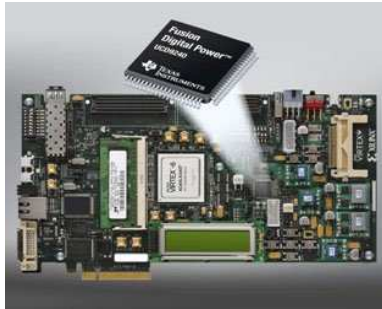
17.01.12

[www.thm-nepton.de](http://www.thm-nepton.de)



## Thema der Diplom-/Masterarbeit:

### **Erweiterung der NeptonSoftware um zusätzliche Betriebsarten, eine SQL-/NoSQL-Datenbank und Multiprozessorfähigkeit**



Im Rahmen des Nepton-Projektes wurde an der Technischen Hochschule Mittelhessen ein digitaler Neuronen-Rechnerkern auf einem Xilinx-FPGA in VHDL programmiert, der bei 100 MHz Taktrate ein Netzwerk von insgesamt 400 Neuronen nach dem Huber-Braun-Modell in Echtzeit berechnen kann. Ziel der Forschungsarbeit ist es, eine dedizierte Hardware-Architektur zu entwickeln, die einen bestmöglichen Kompromiss zwischen Flexibilität, Rechenleistung und

notwendigen Hardware-Ressourcen darstellt und gegenüber aktuellen Intel-/AMD-Mehrkernprozessoren mit GHz-Taktraten eine deutliche Überlegenheit aufweist. Jedes der berechneten Neuronen liefert "an seinem Ausgang" ein sog. Membranpotential, welches alle 100 $\mu$ s aktualisiert wird. Im derzeitigen Entwicklungsstand lassen sich alle Neuronen entweder einzeln betrachten oder über elektrische Synapsen (sog. Gap Junctions) zu einem Netzwerk variabler Größe (2x2 bis 20x20 Neuronen) miteinander verbinden. Die Ausgabe der Ergebnisse erfolgt über einen Cypress-USB-Controller mit einer Rate von bis zu 16,4 MByte/s.

Parallel zum Hardwareentwurf wurde im Rahmen von zwei bereits abgeschlossenen Diplomarbeiten das Programm NeptonSoftware entwickelt, um die vom Neuronen-Rechnerkern gelieferten Daten einzulesen und weiterzuverarbeiten / anzuzeigen. Das Programm erlaubt es, vor Beginn einer Simulation zwischen zwei Modellvarianten zu wählen und umfangreiche Parametrierungen vorzunehmen. Anschließend werden die mit diesen Einstellungen generierten Konfigurationsdaten an den FPGA (NeptonProcessor) gesendet, und dieser nimmt seine Arbeit auf. Neben der Konfiguration der Hardware unterstützt NeptonSoftware derzeit zwei Betriebsarten, die erste zur echtzeitfähigen Darstellung von bis zu 16 Membranpotentialverläufen (Realtime) und die zweite für Momentaufnahmen des gesamten Netzwerks (Snapshot). Im Snapshot-Modus wird jedes Neuron durch ein Quadrat symbolisiert, und das zugehörige Membranpotential ist farblich codiert, siehe Abb. 1.

Die aktuell implementierte Access-Datenbank erfüllt allerdings nicht das Echtzeit-Kriterium und ist zudem speicherbegrenzt, so dass sie durch SQL / NoSQL ersetzt werden soll. Als weitere Maßnahme ist NeptonSoftware multiprozessorfähig auszulegen, um bspw. den USB-Empfang, den Datenbankzugriff und die grafische Ausgabe voneinander trennen und so die Performance weiter steigern zu können. Aus physiologischer Sicht sind Bifurkations-Berechnungen (kontinuierliche Variation eines Modellparameters) und die Erweiterung der Neuronenkopplung um das Modell einer chemischen Synapse von besonderer Bedeutung, wofür gerade die hardwaretechnischen Voraussetzungen geschaffen werden. Die NeptonSoftware ist dann entsprechend anzupassen.

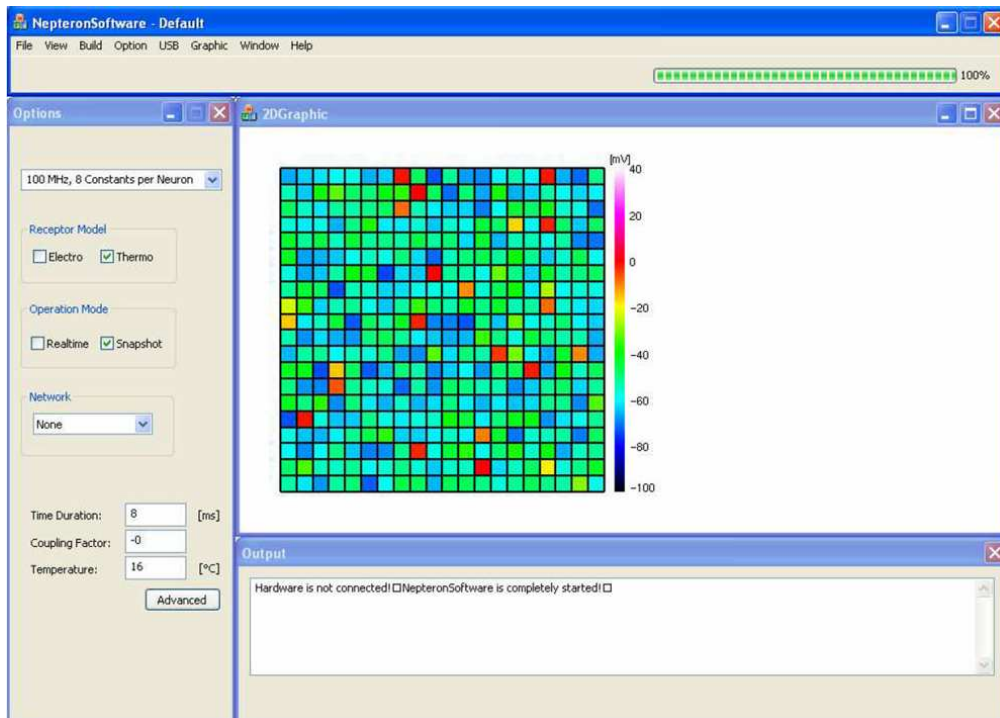


Abb. 1: Oberfläche der NeptonerSoftware mit farblich codierter Darstellung einer Momentaufnahme des gesamten Netzwerks

### Der Leistungsumfang der Diplom-/Masterarbeit beträgt im Einzelnen:

- Einarbeitung in das Neuronenmodell
- Einarbeitung in den aktuellen Entwicklungsstand der NeptonerSoftware (der vorhergehende Diplomand ist noch bis mindestens Anfang Juni an der TH und steht für Fragen zur Verfügung; diese Möglichkeit unbedingt nutzen!)
- Implementierung hardwarespezifischer Softwareerweiterungen wie z.B.
  - Topologie mit insg. 3 Neuronen-Rechnerkernen (NeptonerProcessor)
  - Konfiguration chemischer Synapsen
  - Spezielle Betriebsart für Bifurkations-Berechnungen
- Umstieg von einer Access- auf eine SQL-/NoSQL-Datenbank
- Anwendung der Multiprozessor-Programmierung zur Erhöhung der Performance im Echtzeit-Betrieb
- Test des kompletten Hard- und Softwaresystems, zusammen mit dem Betreuer und den Kollegen der Philipps-Universität Marburg
- Dokumentation einschließlich Veröffentlichung auf dem DigDok-Server der TH

Es ist vorgesehen, die wesentlichen Ergebnisse der Interaktion zwischen NeptonerProcessor und NeptonerSoftware in einem Paper zu publizieren. Für weitere Informationen sei auf die Projekthomepage [www.thm-neptoner.de](http://www.thm-neptoner.de) verwiesen. Die Diplom-/Masterarbeit ist im Labor für Mikroelektronik G115 in Gießen durchzuführen.

Beginn: 01.05.12 (früherer Start möglich)  
 Fachrichtung: Informatik, Elektrotechnik  
 Ansprechpartner: Dipl.-Ing. (FH) Marcel Beuler ([marcel.beuler@gmx.de](mailto:marcel.beuler@gmx.de))