Architectures neuromorphiques à base de memristors

Pierre BOULET - École ARCHI 2015

CRIStAL
Centre de Recherche en Informatique, Signal et Automatique de Lille

Université de Lille

cnrs
déployer les frontières

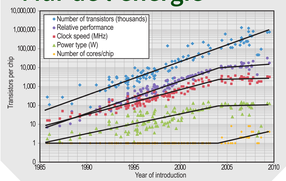
IRCICA
Research Institute

http://cristal.univ-lille.fr/emeraude

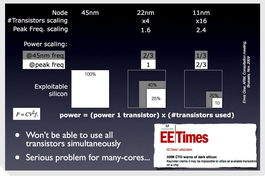
1. Architectures à base d'accélérateurs

Applications
Embarquées, mobiles
⇒ temps-réel, économes

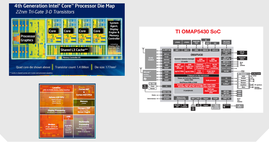
Mur de l'énergie



Dark silicon



Spécialisation ⇒ accélérateurs



2. Réseaux de neurones artificiels

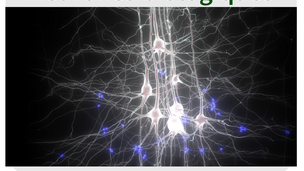
Architectures comparées

20 W
Stockage et calcul colocalisés
10^{11} neur., 10^{14} synapses
asynchrone, ~ Hz
codage spatio-temporel
apprentissage

100 W/cm^2
archi. Von Neumann

10^9 transistors
synchrone, ~ GHz
codage binaire
programme

Neurones biologiques



Simuler le cerveau

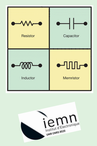
Human Brain Project

Deep learning
→ Google Le Net

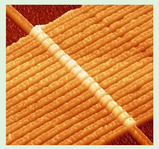
→ Project Adam (MSR)

3. Accélérateur neuromorphique à l'IRCICA

Memristor

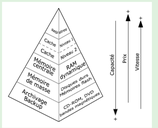


iemn



ReRAM : mémoire universelle ?

Propriétés :
- dense
- rapide
- bon marché
- non volatile
- robuste



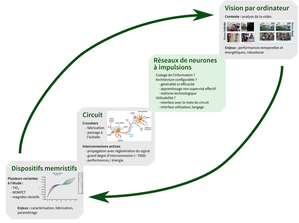
Projet à l'IRCICA
Research Institute

Application : vision par ordinateur
(équipe FOX de CRIStAL)

Système : réseau de neurones à impulsion
(équipe Émeraude de CRIStAL)

Circuit : crossbar / interconnexions actives
(équipes NCM / Anode de l'IEMN)

Composant : dispositifs memristifs
(équipes NCM / AIMAN de l'IEMN)



4. Simulation d'architectures neuromorphiques

Simulateur N2S3
(Neural Network Scalable Spiking Simulator)

Dédié aux réseaux à base de memristors
- modèles multiples et réalistes
- exploration d'architecture

Propriétés fondamentales
- scalabilité
- efficacité
- flexibilité

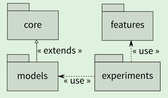
Choix technologiques

Scala

akka

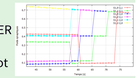
Architecture

Choix fondamentaux
- Address-Event Representation
- Modèles analytiques
- Synchronisation partielle



État actuel

Entrées-sorties
- données au format AER
- réseau en XML
- logs + graphes gnuplot

Modèle
- memristor Querlioz-Bichler-Gamrat
- neurone Leaky Integrate and Fire

Réseau
- Restricted Boltzmann Machine
- Winner take all