

Projet NeSS

Neuromorphic Semantic Segmentation

Jean MARTINET, Dalia HAREB, (Amélie GRUEL)

prenom.nom@univ-cotedazur.fr

UCA-CNRS i3s

6 Mars 2022

Plan

- Contexte
Informatique neuromorphique, vision par ordinateur
- (Programme DocWalker 2022)
(Visite Amélie Gruel à l'IMSE-CNM de Séville, ES)
- Focus sur le projet **Neuromorphic Semantic Segmentation**

Informatique neuromorphique, vision par ordinateur

- Matériels et logiciels inspiré de la structure et du fonctionnement du cerveau biologique
- Apprentissage automatique neuro-inspiré pour la vision
 - **Perception** : caméras événementielles (rétines silicone)
 - **Traitement** : réseaux de neurones impulsionnels
- Lien avec le projet européen CHIST-ERA APROVIS3D (2020-2023)
 - Plateforme embarquée de perception et traitement
 - Implique 7 partenaires (3 FR, 1 ES, 1 CH, 2 GR)
 - Interdisciplinaire : info, micro-élec, neurosciences comp., robotique, etc.
 - Cas d'usage : robotique autonome
- Lien avec le projet ANR DeepSee (porteur: LEAT)
 - Implique i3s, CerCO, RENAULT
 - Cas d'usage : véhicule autonome

Programme DocWalker 2022 (Amélie Gruel, thèse 3e année)

- ⊙ Visite 4 semaines IMSE-CNM de Séville (ES), décembre 2022
 - Prise en main d'un capteur à capacité fovéale
 - Validation expérimentale d'algorithmes exploitant la fovéation
- ⊙ Prise en charge DocWalker 1600 euro
 - Voyage, séjour (logement et repas), assurance maladie

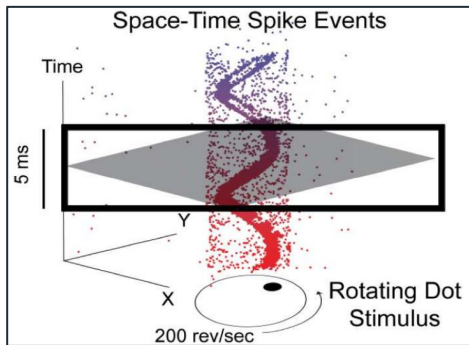
Gruel, A., Martinet, J., Linares-Barranco, B., and Serrano-Gotarredona, T. (Septembre 2021). **Enjeux de la fovéation appliquée aux données événementielles**. In ORASIS 2021, Saint Ferréol, France. Centre National de la Recherche Scientifique [CNRS]. Identifiant HAL: hal-03339647.

Gruel, A., Martinet, J., Serrano-Gotarredona, T., and Linares-Barranco, B. (Février 2022). **Event data downscaling for embedded computer vision**. In VISAPP

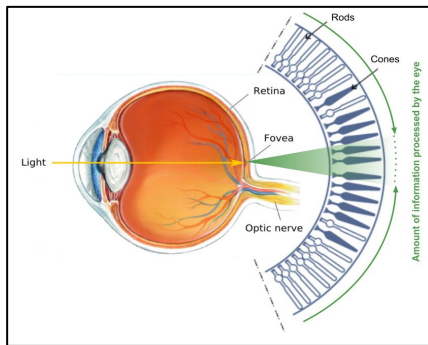
Gruel, A., Hareb, D., Martinet, J., Linares-Barranco, B., and Serrano-Gotarredona, T. (Juin 2022) **Neuromorphic foveation applied to semantic segmentation**. In Neurovision (CVPR workshop). **BEST POSTER AWARD**

Gruel, A., Martinet, J., Linares-Barranco, B., and Serrano-Gotarredona, T. (January 2023). **Performance comparison of real time DVS data spatial downscaling methods using Spiking Neural Networks**. WACV 2023, Hawaii, January 2023.

Foveated event camera



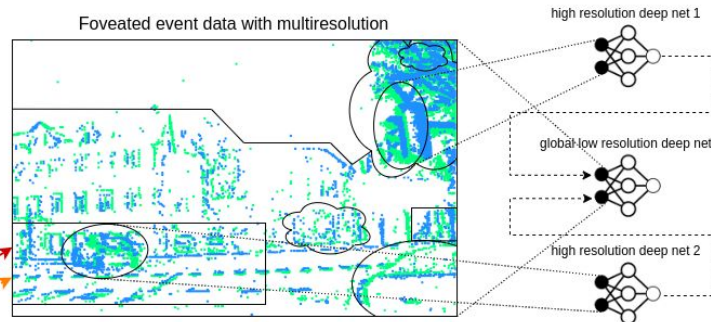
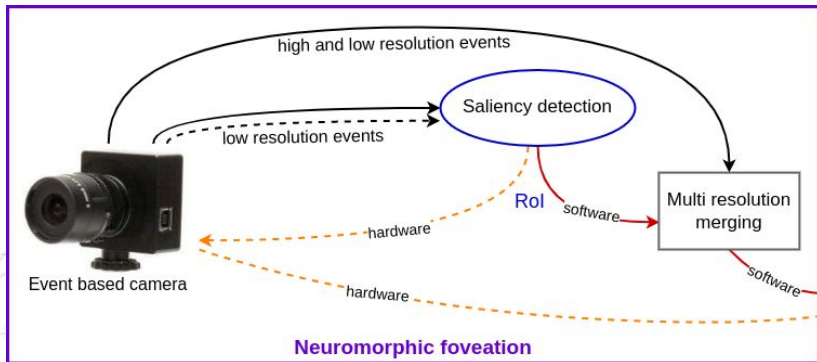
Event camera [Gehrig, 2018]



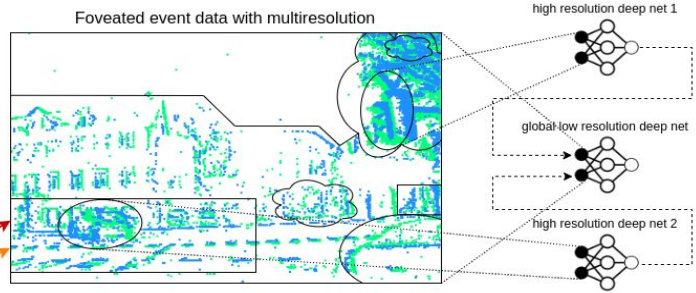
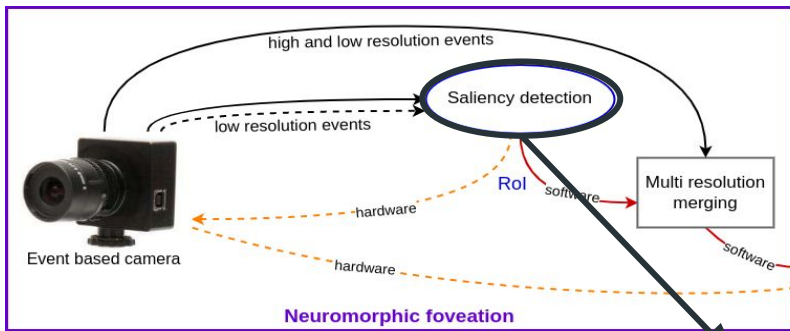
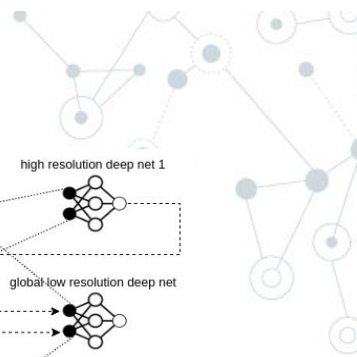
Foveation [Bear, 2007]

Foveation for events :

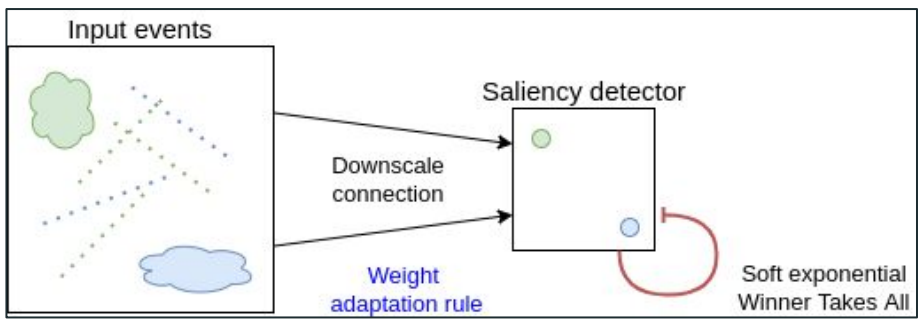
- Significant energy- efficiency
- Maintains a high accuracy regarding relevant information
- Reduce amount of raw data to handle



Attention detection on SpiNN-3

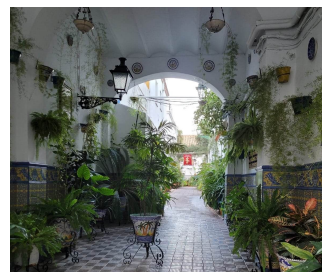
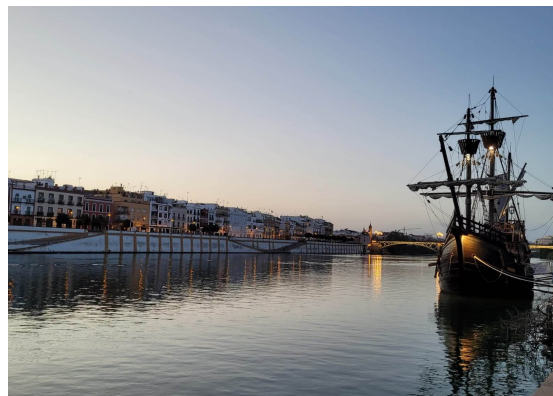


SpiNNaker board [Furber, 2020]



Testimony

- Great experience of 1 month – grant of 1600 €
- Sufficient financial support for accommodation and meals
- Practice of foreign languages (English in the lab, Spanish every day)
- Contact: agruel@i3s.unice.fr



Plan

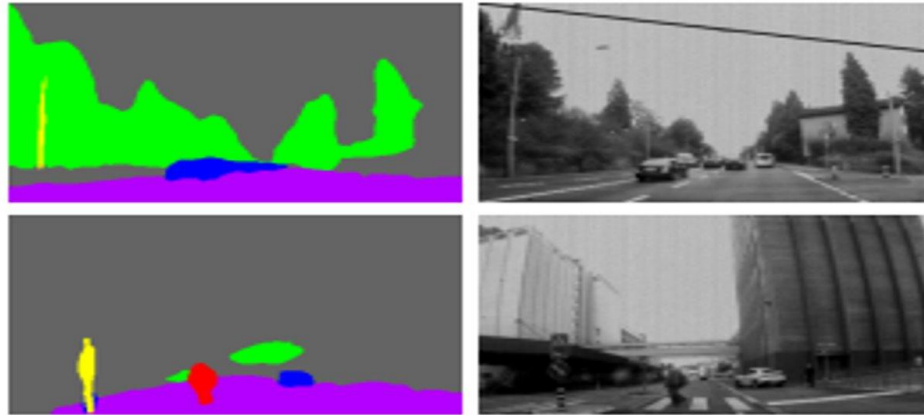
- ◎ Contexte
Informatique neuromorphique, vision par ordinateur
- ◎ Programme DocWalker 2022
Visite Amélie Gruel à l'IMSE-CNM de Séville (Espagne)
- ◎ Focus sur le projet **Neuromorphic Semantic Segmentation**

Projet Ness

- Objectif
 - Approche bio-inspirée de segmentation
 - Application à la perception pour les robots
- Equipement, missions, stage, pré-thèse (30 Ke)
- Historique et statut du projet
 - Stage 6 mois Dalia Hareb (ENSIMAG), été 2022
 - Dalia recrutée sur Contrat Doctoral
 - ◆ Co-direction J. Martinet i3s, B. Miramond LEAT
 - Acquisition serveur GPU (6 Ke)

Segmentation sémantique

- ◎ Tâche importante en vision par ordinateur
 - Classer chaque pixel selon l'objet auquel il appartient



Exemple de segmentation sémantique
Inigo et al. (CVPRw 2018)

Réseaux de Neurones Artificiel (ANNs)

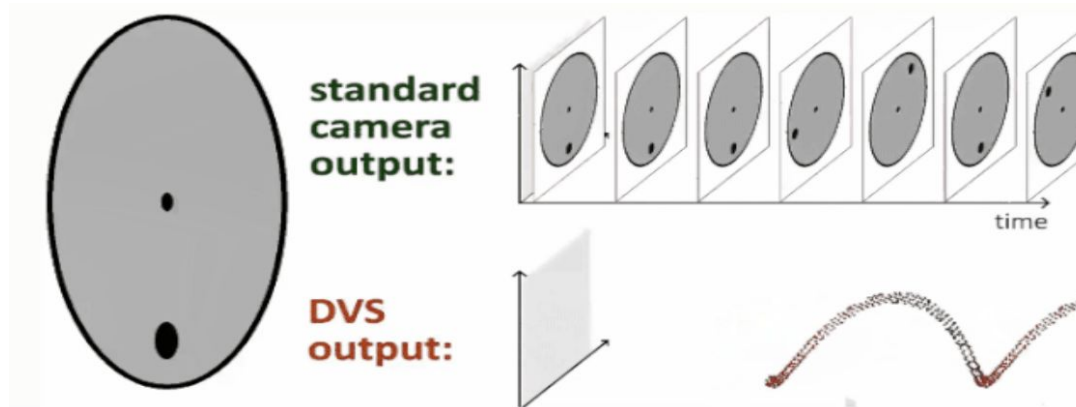
- ◎ Consommation énergétique importante
 - Entraînement de ResNet $\sim 4.3\text{GJ} = 1.2 \cdot 10^6 \text{ Wh} (1.2 \text{ MWh}) = 3 \text{ semaines} \times 8 \text{ GPU} = 504\text{h} \times 3 \times 8 \times \text{environ } 300\text{W}$
 - ◆ Consommation d'un appartement 2 personnes pendant 40 jours, base 30 kWh/j
 - Data centers en général: 4% des émissions de GES

Réseaux de Neurones Impulsionnels (SNNs)

- Bio-inspirés
- Efficacités **computationnelles** (Maass et al. 1997) et **énergétiques** (Danneville et al. 2019)
 - a. Modèle épars : quelques (centaines de) impulsions vs activation du réseau entier
 - b. Opération mathématique: *addition vs multiplication + addition* (ANNs)
 - c. Moins énergivores : matériel neuromorphique basse consommation (20W pour le cerveau humain (M. Lee Sedol) vs AlphaGo = ~MW)

Caméras événementielles

- Résolution temporelle élevée ($\sim 1\mu\text{s}$)
- Faible consommation d'énergie (mW versus W)
- Faible latence
- Absence de floutage dû au mouvement



Différence entre une caméra classique et une caméra événementielle.
Scaramuzza et al. (ECCV 2018)

Caméras événementielles

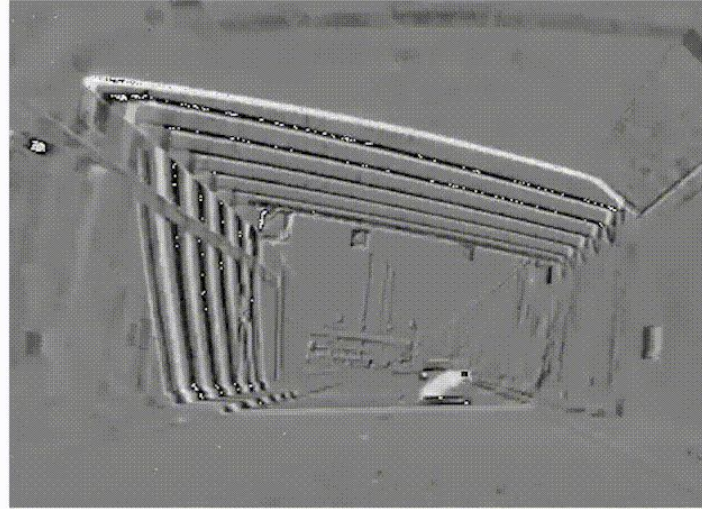
Caméra événementielle.



Problème: Éblouissement provisoire de la caméra



Caméra classique.



Absence d'éblouissement, grâce aux évènements

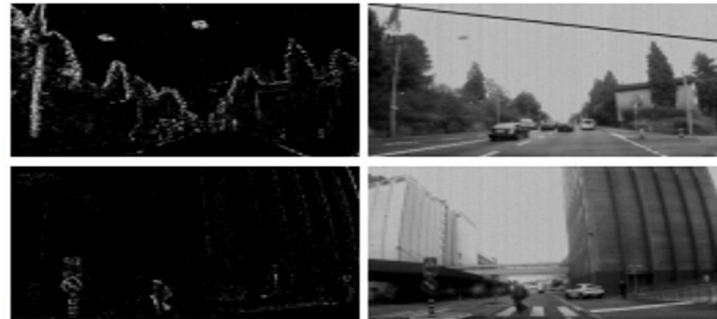
Proposition

EvSegSNN: Segmentation sémantique neuromorphique

- Modèle: SNN
- Données: événements

Valeurs ajoutées :

1. Bio-plausibilité
2. Réduction de la complexité du modèle



Exemples des données événementielles et les images de niveau de gris correspondant

EvSegSNN vs baseline Kim et al. (2021)

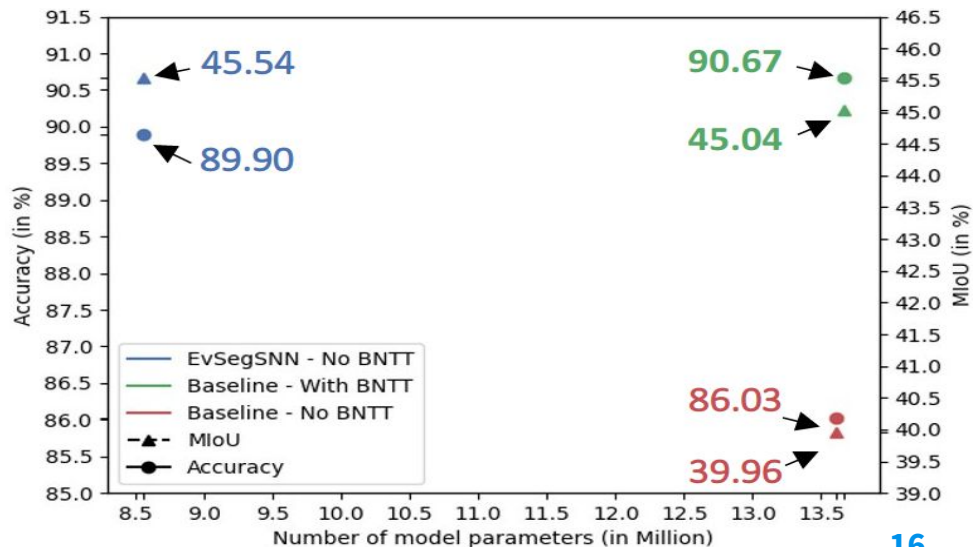
Réduction du nombre de paramètres par un facteur de 1.6

- Meilleure performance de EvSegSNN vs baseline sans “batch normalisation” (bio-plausible)
- Performance équivalente à la baseline avec “batch normalisation” (non bio-plausible)

Métriques:

- $MIoU = TP / Total$
- $Accuracy = (TP + TN) / Total$

Résultats soumis à **IJCNN'2023**



Projet NeSS

Neuromorphic Semantic Segmentation

Jean MARTINET, Dalia HAREB, (Amélie GRUEL)

prenom.nom@univ-cotedazur.fr

UCA-CNRS i3s

3 Mars 2022

Advertisement: Prochain Forum Numerica 6 Avril 2023 salle F201 (bâtiment Forum)

Prof. Vishal Monga (Pennsylvania State University)

Embracing Data Imperfections Via Domain Enriched Visual Task Learning