



## Détection et suivi d'abeilles en 3D

Guillaume Chiron    Petra Gomez-Krämer    Michel Ménard

Laboratoire L3i, Université de la Rochelle, 17042 La Rochelle cedex 01

Jeudi 6 février 2014



# Sommaire

- 1 Introduction du projet Abeille
- 2 PARTIE 1 : Collecte des trajectoires
- 3 PARTIE 2 : Analyse comportementale
- 4 Conclusion et perspectives

# Sommaire

- 1 Introduction du projet Abeille
  - Contexte de nos travaux
  - Solutions déjà développées
  - Solutions à l'étude
- 2 PARTIE 1 : Collecte des trajectoires
- 3 PARTIE 2 : Analyse comportementale
- 4 Conclusion et perspectives

## Contexte de nos travaux

### Contexte biologique

- Abeille, espèce bio-indicatrice
- Syndrome d'effondrement des colonies d'abeilles
- Évaluation des risques liés à l'exposition aux pesticides [Vidau11]

### Problématiques

- Collecte et traitement des données
- Modélisation et analyse comportementale

### Approche proposée

- Collecte des trajectoires d'abeilles par vidéo-surveillance [Chiron13]
- Identification automatique des comportements notables et étiquetage des vidéos [*en cours de publication*]

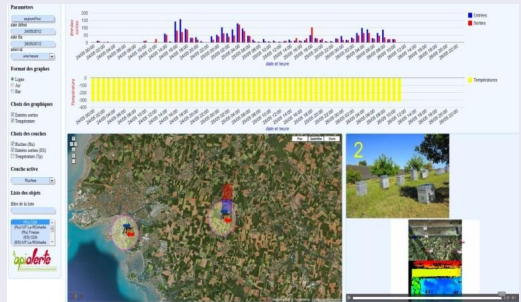
## Solutions déjà développées

### Compteur d'abeille



Statistiques d'entrées/sorties

### Plateforme « PRESERVE »

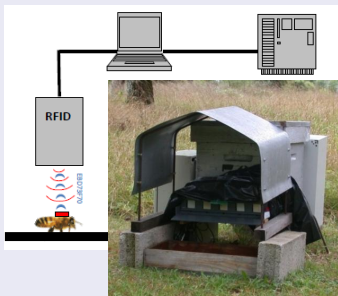


Agrégation de données environnementales

## Solutions à l'étude

Evaluation du niveau de pesticides dans un environnement rural à l'aide d'abeilles sentinelles

### Suivi individualisé des abeilles



Etude de l'histoire de vie des abeilles par identification RFID

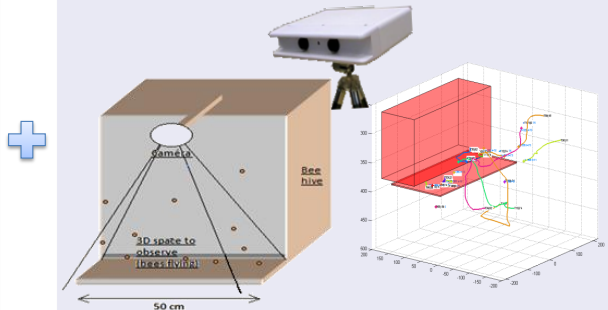


Centre d'études  
Biologiques de  
Chizé



### Etude comportementale

A partir des trajectoires d'abeilles filmées à l'entrée de la ruche



# Sommaire

- 1 Introduction du projet Abeille
- 2 PARTIE 1 : Collecte des trajectoires
  - Acquisition stéréovision
  - Segmentation hybride « Intensité / Profondeur »
  - Suivi 3D multi-cibles
  - Résultats
- 3 PARTIE 2 : Analyse comportementale
- 4 Conclusion et perspectives

## Acquisition stéréovision



**Domaine du  
Magneraud**



**Campagne  
d'acquisition  
2013**

**+ de 20h de vidéo  
(2 To de vidéo)**



## Acquisition stéréovision

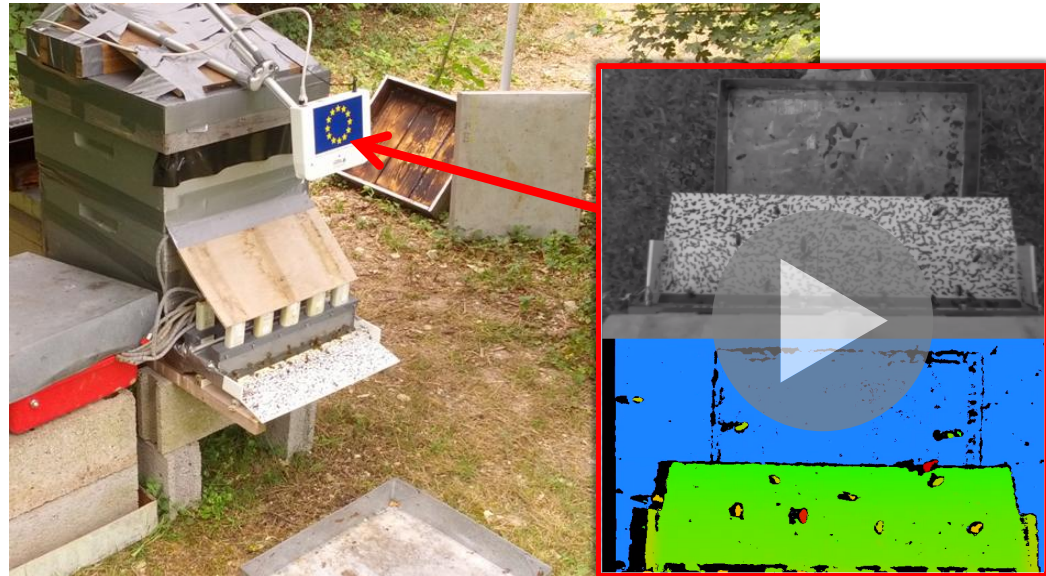


**TYZX DeepSea G3  
stereovision system**



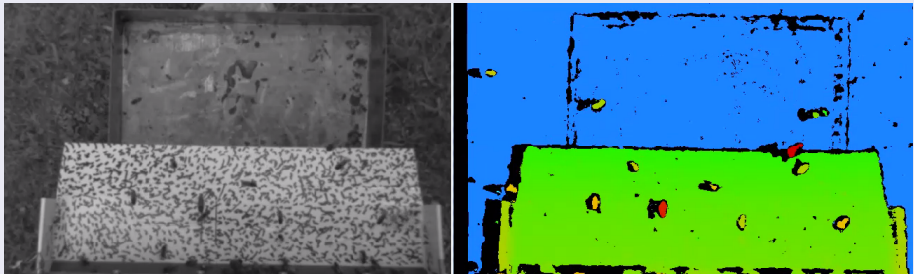
*752x480px @ 60fps,  
62 ° FoV, 3 cm baseline*

## Acquisition stéréovision



## Acquisition stéréovision

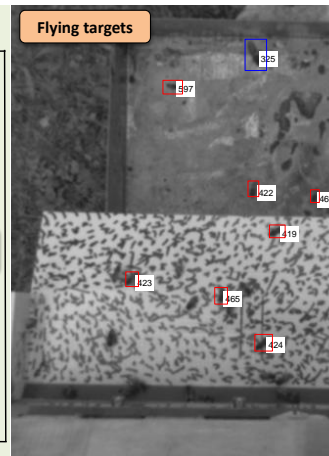
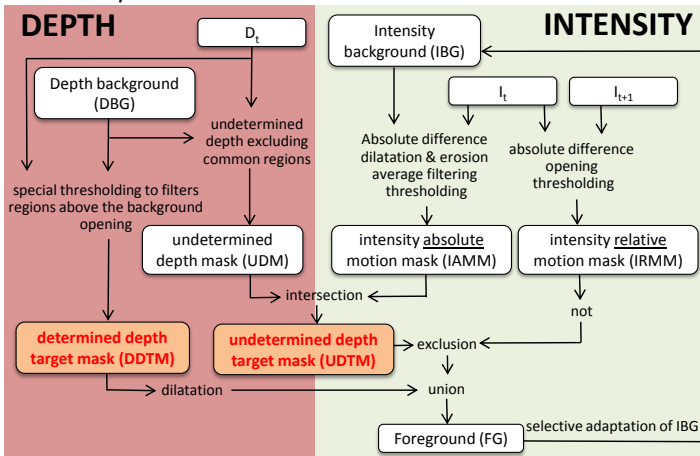
### Complémentarité Intensité / Profondeur



- Forte activité sur la planche d'envol (abeilles posées, ombres portées)
- Cibles vives, nombreuses, petites, d'apparences similaires
- Carte de profondeur incomplète

# Segmentation hybride « Intensité / Profondeur »

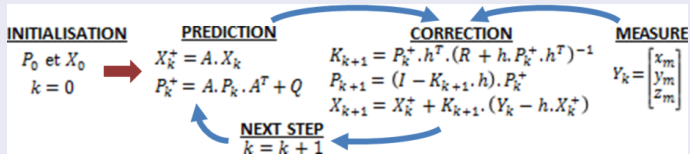
## ETAPE 3/5 :



## Suivi 3D multi-cibles

Segmentation robuste permettant une approche "detect before track" à base d'estimateur de trajectoire.

### Filtre de Kalman

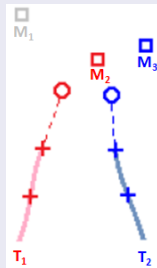


- Estimation en 3D (à partir de mesures 2D et 3D)
- Modèle vitesse constante
- Gain (Matrice  $K$ ) en faveur des mesures

## Suivi 3D multi-cibles

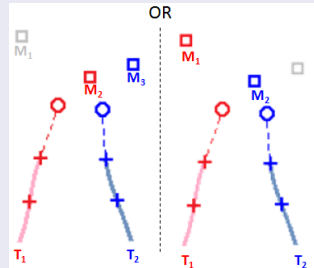
Comparaison de 2 méthodes d'association de cibles [Blackman99] :

### Global Nearest Neighbor (GNN)



Simple, rapide

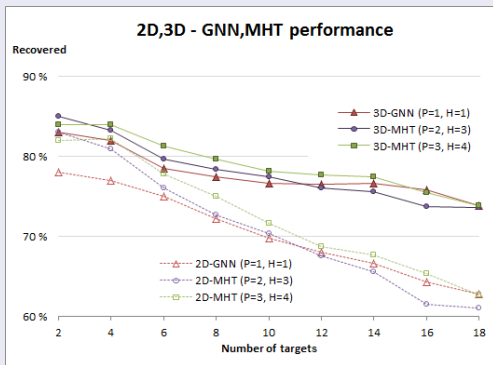
### Multiple Hypothesis Tracker (MHT)



Robuste, plus lent dû à sa complexité

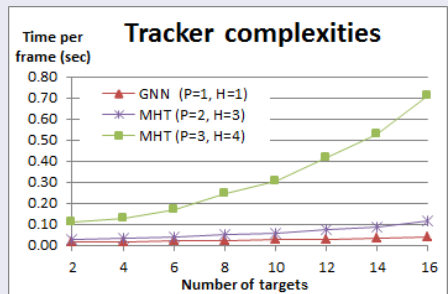
## Résultats

### Taux de réussite



GNN 3D meilleur que MHT 2D

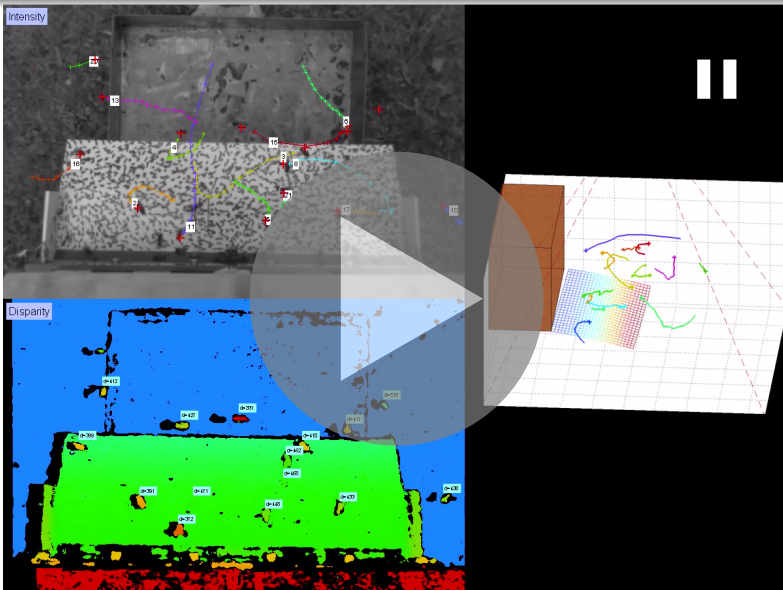
### Complexité



Temps de calcul grandissant avec un nombre élevé de cibles

Importance de la stéréovision (3D) pour une application temps réel.

# Résultats

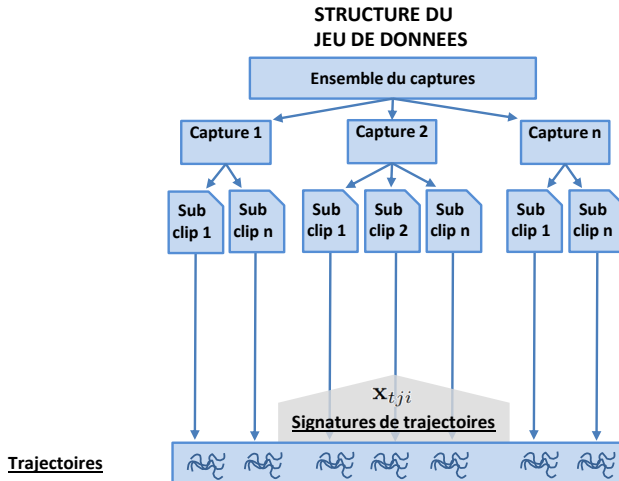




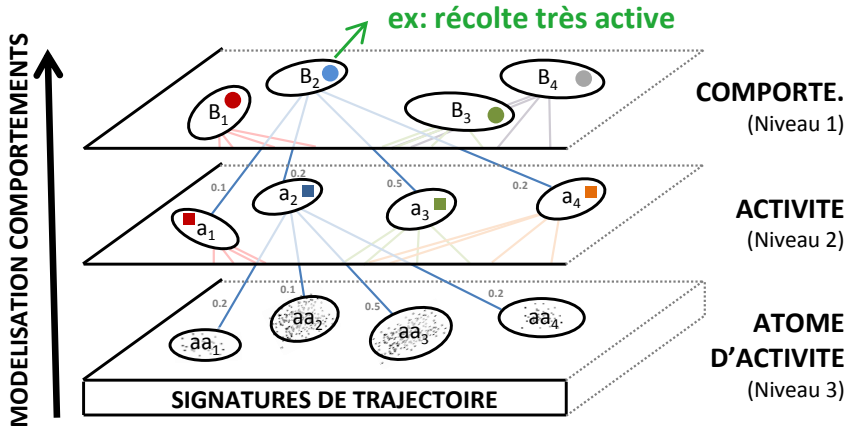
# Sommaire

- 1 Introduction du projet Abeille
- 2 PARTIE 1 : Collecte des trajectoires
- 3 PARTIE 2 : Analyse comportementale
  - Structuration des données
  - Modélisation hiérarchique des comportements
  - Le MLC-HDP, à base de processus de Dirichlet
  - Inférence des paramètres du MLC-HDP
  - Signatures de trajectoire
  - Validation via un Système Multi-Agents
- 4 Conclusion et perspectives

## Structuration des données



# Modélisation hiérarchique des comportements



# Modélisation hiérarchique des comportements

## Problème

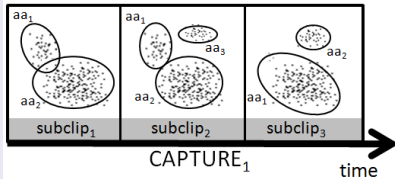
- 1 Peu d'*a priori*, nombre et nature des clusters non connus
- 2 Données structurées (trajectoires ordonnées dans le temps, captures)
- 3 Plusieurs niveaux avec une sémantique grandissante.

## Solution proposée

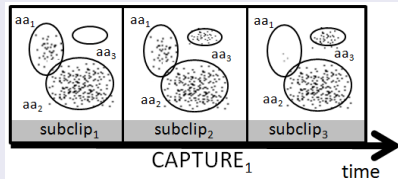
- 1 Processus de Dirichlet [Ferguson73]
- 2 Processus de Dirichlet Hiérarchique [Teh06]
- 3 Processus de Dirichlet Hiérarchique, étendu à plusieurs niveaux [Wang11, Wulsin12]

# Le MLC-HDP, à base de processus de Dirichlet

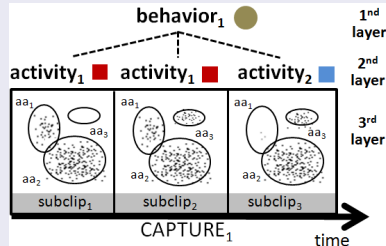
## Processus de Dirichlet (DP)



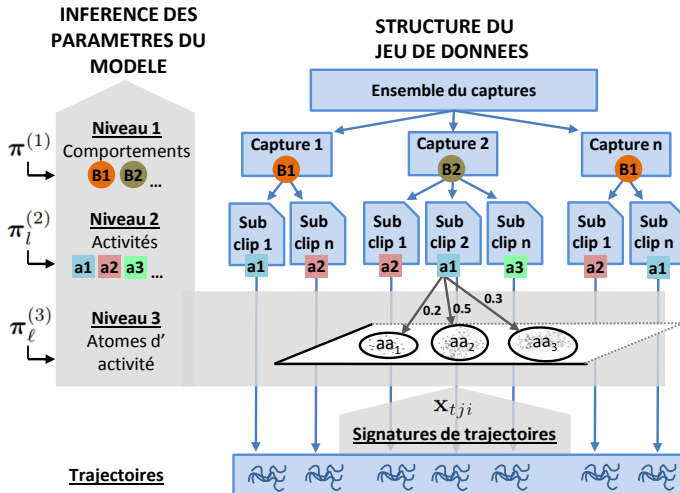
## DP Hiérarchique (HDP)



## HDP multi-niveaux (MLC-HDP)



# Inférence des paramètres du MLC-HDP



## Signatures de trajectoire

### Caractéristiques intrinsèques [Bashir06]

- Fonction de Distance Centrée (CFD) :

$$c_i = \sqrt{(x_i - \bar{x})^2 + (y_i - \bar{y})^2}$$

- 7 caractéristiques : moyenne, l'écart-type, le minimum, le maximum, l'asymétrie, le coefficient d'aplatissement et le nombre de croisements à la moyenne.

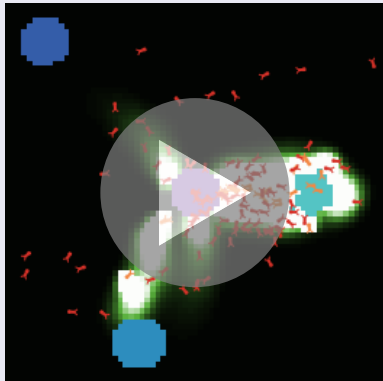
### Caractéristiques globales

- Vecteur de  $n \times m$  valeurs, correspondant au temps passé par la cible dans chaque cellule de la grille utilisée.
- Réduction dimensionnelle par une Analyse en Composantes Principales (> 90% de l'information).

## Validation via un Système Multi-Agents

Simulation d'une capture, Système Multi-Agents, modèle "Ants colony"

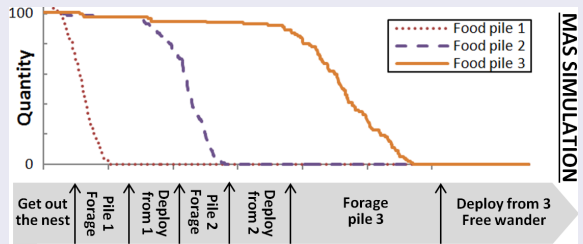
SMA de fourmis [Wilensky97]



Taux de diffusion : 75%

Evaporation phéromones : 10%

Piles de nourriture, activité comportementale

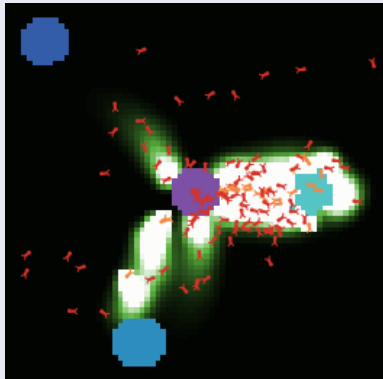




# Validation via un Système Multi-Agents

Simulation d'une capture, Système Multi-Agents, modèle "Ants colony"

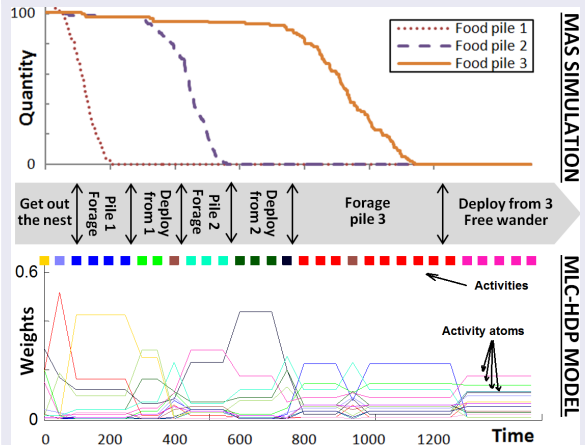
## SMA de fourmis [Wilensky97]



Taux de diffusion : 75%

Evaporation phéromones : 10%

## Modélisation MLC-HDP - Niveau 2 "Activité"

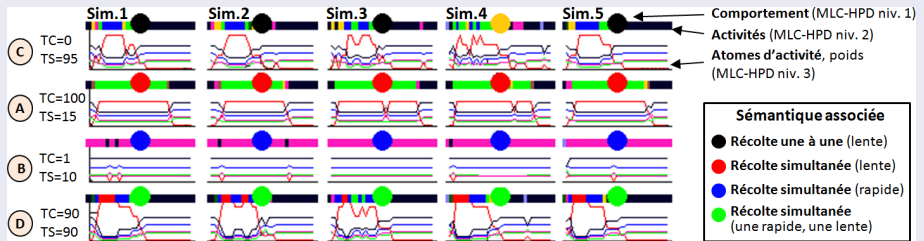


## Validation via un Système Multi-Agents

Simulation de **20** captures, Système Multi-Agents, modèle **"Bees colony"**

- **4** jeux de paramètres (Communication / Sensibilité)
- chaque jeu est simulé **5** fois

### Modélisation MLC-HDP - Niveau 3 "Comportements"



# Sommaire

- 1 Introduction du projet Abeille
- 2 PARTIE 1 : Collecte des trajectoires
- 3 PARTIE 2 : Analyse comportementale
- 4 Conclusion et perspectives

## Conclusion

- Faisabilité et importance de la stéréo-vision pour le suivi d'abeille en vol
- Modélisation comportementale avec peu d'*a priori* à partir de données structurées
- Validation via un système multi-agents

## Perspectives

- Inclure l'aspect "dynamique temporelle" dans le modèle MLC-HDP, par exemple via un HMM
- Application sur des trajectoires réelles d'abeilles
- Etude comportementale avec prédation par des frelons asiatiques

-  Faisal I Bashir, Ashfaq A Khokhar, and Dan Schonfeld. "View-invariant motion trajectory-based activity classification and recognition". In: *Multimedia Systems* 12.1 (2006), pp. 45–54.
-  S.S. Blackman and R. Popoli. *Design and analysis of modern tracking systems*. Vol. 685. Artech House Norwood, MA, 1999.
-  J. Campbell, L. Mummert, and R. Sukthankar. "Video monitoring of honey bee colonies at the hive entrance". In: *VAIB in conjunction with ICPR* (2008).
-  Guillaume Chiron, Petra Gomez-Krämer, and Michel Ménard. "Detecting and tracking honeybees in 3D at the beehive entrance using stereo vision". In: *EURASIP Journal on Image and Video Processing* 1 (2013), p. 59.
-  Adam Feldman and Tucker Balch. "Representing honey bee behavior for recognition using human trainable models". In: *Adaptive Behavior* 12.3 (2004), p. 241.
-  Thomas S Ferguson. "A Bayesian analysis of some nonparametric problems". In: *The annals of statistics* (1973), pp. 209–230.
-  Yee Whye Teh et al. "Hierarchical Dirichlet processes". In: *Journal of the american statistical asso.* 101.476 (2006).
-  C. Vidau et al. "Exposure to sublethal doses of fipronil and thiacloprid highly increases mortality of honeybees previously infected by *Nosema ceranae*". In: *PLoS One* 6.6 (2011), e21550.
-  Xiaogang Wang, W Eric L Grimson, and Carl-Fredrik Westin. "Tractography segmentation using a hierarchical Dirichlet processes mixture model". In: *NeuroImage* 54.1 (2011), pp. 290–302.
-  Xiaogang Wang, Xiaoxu Ma, and W Eric L Grimson. "Unsupervised activity perception in crowded and complicated scenes using hierarchical bayesian models". In: *IEEE, PAMI* 31.3 (2009), pp. 539–555.
-  U Wilensky. *NetLogo ants model*. 1997. URL: <http://ccl.northwestern.edu/netlogo>.
-  Drausin Wulsin, Shane Jensen, and Brian Litt. "A hierarchical Dirichlet process model with multiple levels of clustering for human EEG seizure modeling". In: *29th ICML*. 2012.

Merci pour votre attention.

