

Vision par ordinateur du mouvement

Projet Vidéo

Dr. Jean-Christophe CEXUS
-
ENSTA-Bretagne

Laboratoire STIC/REMS - LabSTICC UMR CNRS 6286

Jean-christophe.cexus@ensta-bretagne.fr
Bureau : E103

Janvier 2024

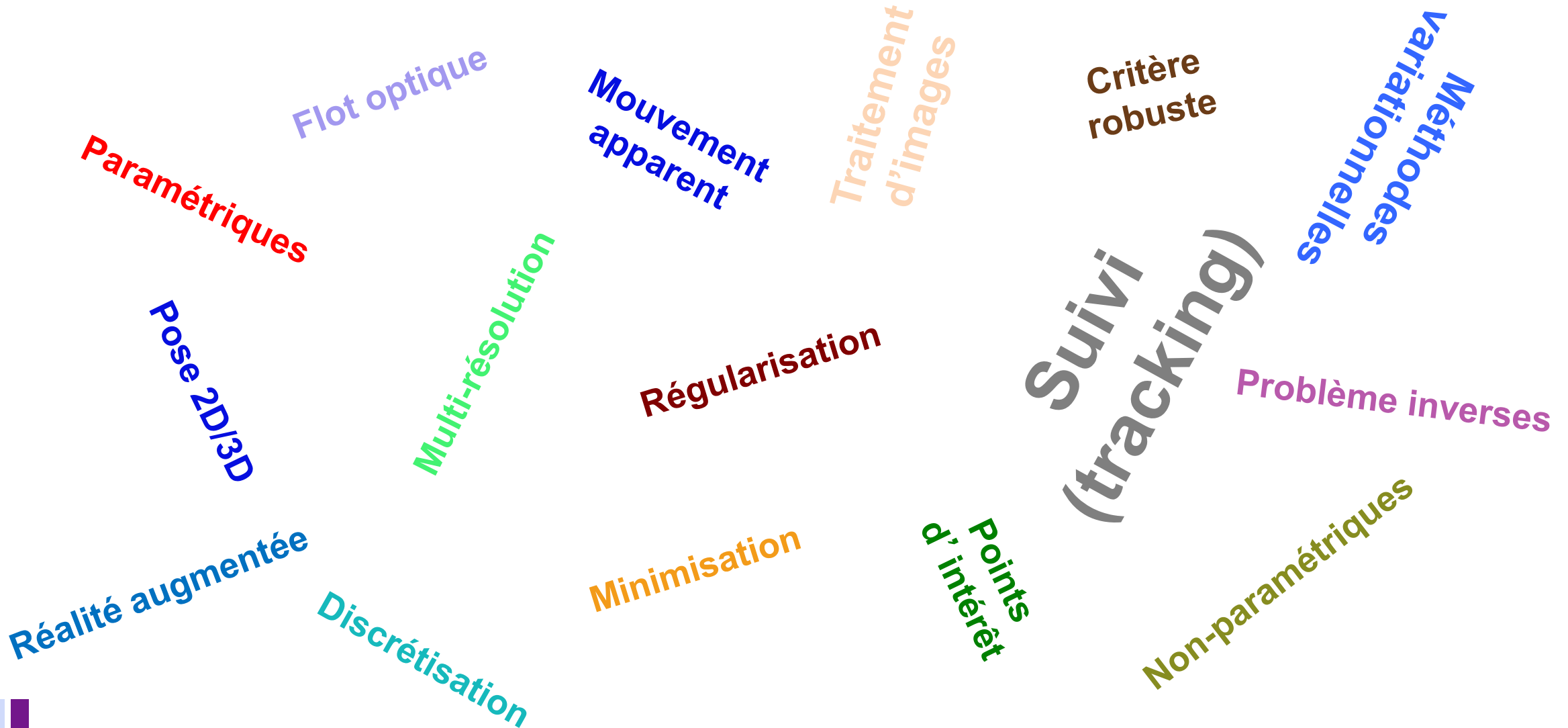
Planning du cours

Projet Vidéo :

Autour de la vidéo : vision par ordinateur du mouvement

- **Projet vidéo**
 - **Etude d'un thème précis en groupe**
 - **Restitution :**
 - **Présentation type power-point**
 - **Présentation d'un démonstrateur (*preuve de concept*)**

> Introduction : applications et enjeux



> Introduction : applications et enjeux

Détection / suivi d'objets

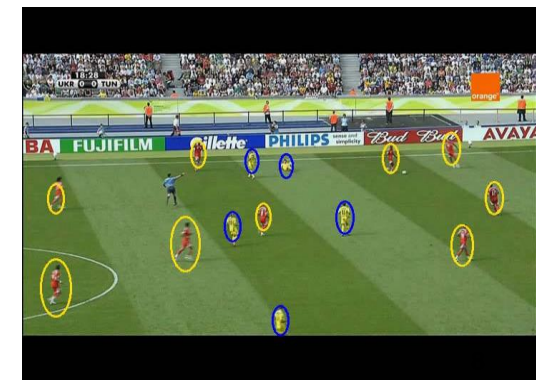
[Viola and Jones, 2001]



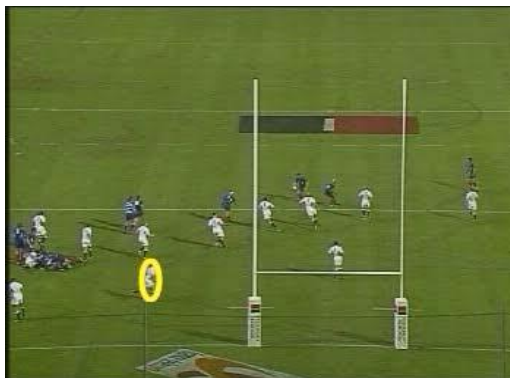
[Okuma *et al.*, 2004]



[Lehuger *et al.*, 2007]



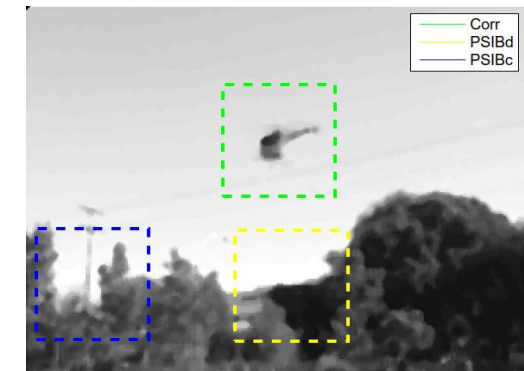
[Gengembre and Pérez, 2006]



[Pérez *et al.*, 2002]



[Farah *et al.*, 2009 (master II)]



> Le projet vidéo : Déroulement

- **Etude d'un thème précis avec une réalisation (démonstrateur – PREUVE DE CONCEPT)**
 - Tracking par Flot Optique (FO)
 - Tracking par Mean-Shift (MS)
 - Tracking par Filtrage Particulaire (FP)
- **Normalement 1 salle informatique disponible durant 3 créneaux de 4 heures**
 - mardi 16 janvier (13h30:17h35) : Introduction et constitution des groupes – Découverte du thème
 - Constitution de 3 groupes 3 étudiants (9 étudiants)

Dates	Horaire	Séquencement des 3 séances
Mardi 23 janvier	13h30 – 17h35	Poursuite de l'étude thématique
Mardi 29 janvier	13h30 – 17h35	Poursuite de l'étude thématique
Date à modifier Jeudi 08 février	08h10 – 12h15	Finalisation – Restitution des groupes (ppt & démonstrateur)

- **Constitution des 3 groupes :** [Constitution Groupes 23 24.pptx](#)
(constitution des groupes avant la fin de la première séance et validation par l'enseignant)

Groupe : thème	Etudiant 1	Etudiant 2	Etudiant 3
Groupe 1 : FO	<i>Joe</i>	<i>William</i>	<i>Jack</i>
Groupe 2 : MS	<i>lucky</i>	<i>luke</i>	
Groupe 3 : FP			

> Le projet vidéo : Objectifs pour chaque groupe

- **Réalisation d'un support de type PowerPoint contenant les points suivants :** (~10 à 15 planches)
 - Contexte et objectifs
 - Hypothèse(S) de travail (par exemple webcam fixe, ...)
 - Explications théoriques (un peu de mathématiques)
 - Présentation du démonstrateur : structures du programme via un diagramme
 - Simulations et résultats : avantages et inconvénients
 - Conclusions vers quelques extensions ...
 - Références – liens internet
- **Démonstrateur (petit – preuve de concept)**
 - Implémentation en Python ou Matlab
 - Obligation de mise en œuvre d'une **webcam** (ou camera sur ordinateur)
 - Possible d'utiliser des bibliothèques se trouvant sur internet : **citer vos sources**
- **Restitution (~20 min) pour chaque groupe : jeudi 08 février**
 - Présentation d'un groupe aux deux autres groupes
 - Présentation : 10 min, Démonstrateur : 5 min, Questions/Réponses : 5 min
 - Notation par les étudiants et les profs !

Dépôt sous Moodle
08 février
dans la journée

Dans une salle : J.-C.Cexus & I. Quidu et vous tous !

> Le suivi d'objet dans une vidéo : flot optique

Le calcul d'un mouvement apparent **global** (mise en correspondance) entre deux images correspond à l'estimation des paramètres d'une transformation affectant tous les points de l'image : translation, rotation, homothétie, affinité ...

Le calcul du mouvement apparent **local** consiste à associer à chaque pixel (x, y, t) de I un vecteur $(v_x(t), v_y(t))$ représentant la vitesse apparente du pixel (x, y) à l'instant t .

→ Calcul du flot optique (= Champ de mouvement apparent / Appariement local des points)

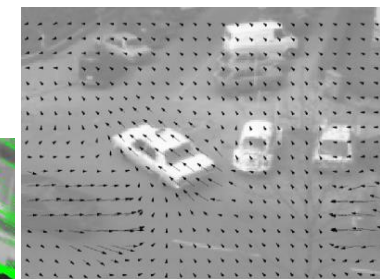
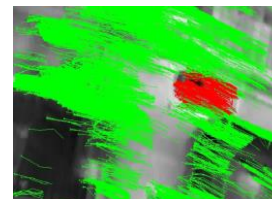
Flot optique

- Champ dense de vitesse décrivant le mouvement apparent des motifs d'intensités de l'image sous l'hypothèse d'illumination constante et de petits mouvements.
- Problème inverse mal posé ? Estimation des caractéristiques physiques de l'environnement à partir d'informations ne permettant que de les retrouver partiellement
- Nécessaire d'utiliser des information complémentaire (a priori) : régularisation spatiale et temporelle

Deux approches basées sur les variations temporelles de $I(x, y, t)$

- Flot optique approche de Lucas-Kanade (1981)
- Flot optique approche de Horn-Schunk (1981)

→ Application à la poursuite



gradient spatial

Vitesses (x, y) inconnues

$$\nabla I \cdot v + \frac{\partial I}{\partial t} = 0$$

gradient temporel

> Le suivi d'objet dans une vidéo : Mean-Shift

Formulation du suivi entre deux images est basée sur la recherche des paramètres de déformation permettant de conserver les descripteurs de la région (de l'objet) d'une image à une autre : principe des mesures de (di)similarité, filtrage particulière ou encore des approches basées sur le Mean-Shift ...

Mean-Shift

- L'objet (la région) définie par une ellipse (un noyau).
- Description de la région basée sur un histogramme (des couleurs)
- Principe de base : les paramètres de l'ellipse étant connus à l'instant t , il s'agit de trouver les paramètres à $t+1$ de telle manière à minimiser les distances entre les histogrammes

$$I = \arg \min_{h \in H} \mathbf{B}(H(X, I_t), H(X^h, I_{t+1}))$$

- Avec $\mathbf{B}(. , .)$ classiquement la distance (ou index) de Bhattacharyya permettant de mesurer **la similarité entre deux distributions** (ici des histogrammes normalisés).

Avantages / inconvénients :

- Robuste à tout type de déformation
- Sensible aux variations d'illumination
- Peu discriminant sur le plan géométrique



[Comaniciu *et al.*, 2003]

→ Application à la poursuite

> Le suivi d'objet dans une vidéo : filtrage particulaire une extension du filtrage de Kalman

...

<https://youtu.be/3ywPWXAqJo?t=35>

...

> Le projet vidéo : Evaluation de l'étude – Théoriquement

➤ **Formulation et modélisation du problème traité**

- **A.** Formule le problème à travers un modèle dont toutes les hypothèses sont clairement définies.
- **B.** Formule le problème à travers un modèle dont la plupart des hypothèses sont spécifiées.
- **C.** Introduit le modèle mathématique associé au problème traité
- **D.** Le lien entre le problème traité et le modèle considéré est confus

➤ **Méthodes de résolution du problème traité**

- **A.** Explique les points-clés associés à la résolution théorique du problème
- **B.** Fournit des éléments d'explication sur la résolution théorique du problème
- **C.** Décrit la solution théorique de résolution du problème
- **D.** Ne fournit pas d'éléments théoriques sur la résolution du problème

> Le projet vidéo : Evaluation de l'étude – Expérimentalement

➤ Mise en œuvre algorithmique

- A. Etablit et explique les liens entre le modèle considéré et sa mise en œuvre algorithmique, y compris vis-à-vis des hypothèses-clés du modèle et d'autres algorithmes classiques
- B. Décrit correctement la mise en œuvre algorithmique et repère les liens entre le modèle considéré et les principales étapes algorithmiques
- C. Décrit correctement l'algorithme proposé pour résoudre le problème traité
- D. Ne décrit pas un algorithme permettant de résoudre le problème de traité

➤ Evaluation expérimentale

- A. Synthétise l'évaluation expérimentale réalisée et en fournit une analyse critique vis-à-vis de différents modèles et/ou solutions algorithmiques
 - B. Synthétise l'évaluation expérimentale réalisée (plan d'expérience, critère d'évaluation)
 - C. Fournit des éléments d'évaluation expérimentale de la méthode proposée
 - D. Ne décrit pas un algorithme permettant de résoudre le problème de traité
- **Un challenge entre les différents groupes travaillant sur le même thème ? Un jour 😊 !**

> Le projet vidéo : Evaluation de l'étude – par vous !

Item	CRITERES	Appréciation (A/B/C/D/E)		
		Etudiants	Prof	Remarques
1	Architecture / structuration de la présentation			
2	Qualité graphique du ppt (illustration, graphismes, couleurs, Titre, numérotation, Template)			
3	Introduction de la présentation			
4	Conclusions et retour d'expérience			
5	Référence des ressources			
6	Qualité des Questions / Réponses			
7	Aisance à l'oral (pas d'appui sur des notes, aptitude à faire passer le message)			
8	Répartition de discours entre les membres			
9	Impression générale sur la maîtrise de groupe sur le sujet			
10	Adéquation des exemples pris lors de la démonstration (caméra ...)			
11	Organisation de code/script : commentaire, organisation			
12	Qualité des explications données sur le code			
13	Role de jury lors de l'évaluation	non	oui	uniquement prof
14	Elements déposé sous moodle (ppt, démonstrateur, autres)	non	2	uniquement prof

> Quelques éléments de bibliographie

Bibliographie - Détection

A. Elgammal, *et al.*

Non-parametric Model for Background Substruction
Proc. of ICCV '99 FRAME-RATE Workshop (1999)

C. Stauffer & C. Grimson

Learning patterns of activity using real-time tracking.
IEEE Trans. on PAMI 22(8), 747-757. (2000)

P. Power & J. Schonees

Understanding background mixture models for foreground segmentation.
Imaging and Vision Computing New Zealand, Auckland (2002)

B.D. Lucas & T. Kanade

An iterative image registration technique with an application to stereo vision
International Journal of Computer Vision and Artificial Intelligence 674-679 (1981)

B.K.P Horn & B. Schunck

Determining Optical Flow »
Artificial Intelligence 23, 185-203 (1981)

<http://petercorke.com/wordpress/books/book>

Bibliographie - Suivi

A.S. Jalal & V. Singh

The State-of-the-Art in Visual Object Tracking
Informatica 36 (2012) 227-248

M. Kristan *et al.*

The Visual Object Tracking VOT2014 challenge results
Visual Object Tracking Workshop 2014, 2014

G. Welsh & G. Bishop

An Introduction to the Kalman Filter
Tutorial of ACM SIGGRAPH (2001)

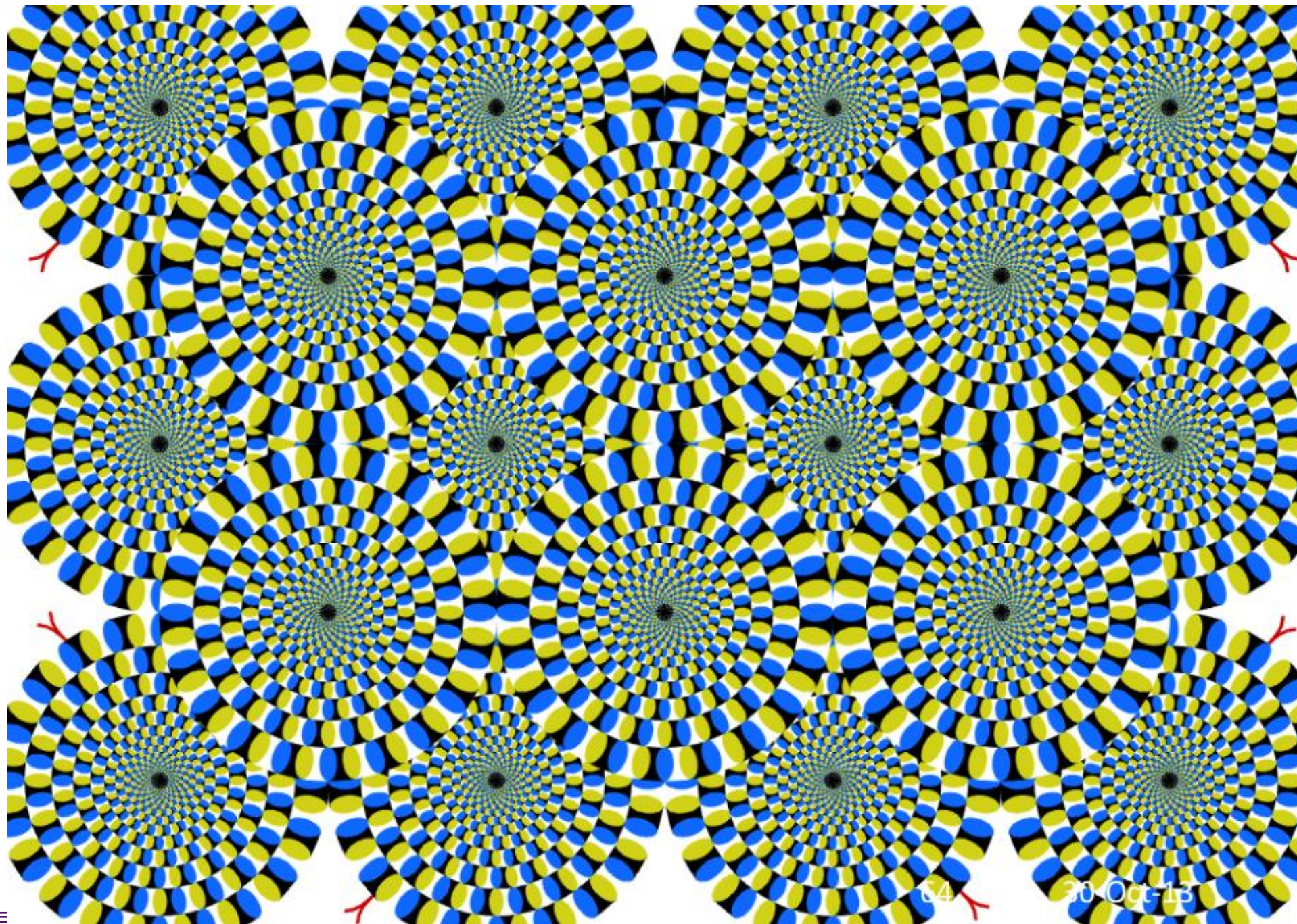
D Comaniciu, V. Ramesh & P. Meer

Kernel-based object tracking
Pattern Analysis and Machine Intelligence,
25(5), 564-575 (2003)

D.H. Ballard & C.M Brown Computer Vision, Prentice Hall (1982)

R. Jain, *et al.* Machine Vision, McGraw-Hill Inc. (1995)

<https://www.cse.psu.edu/~rtc12/CSE598G/>



64

30 Oct-13