Vers une méthode de suivi du regard

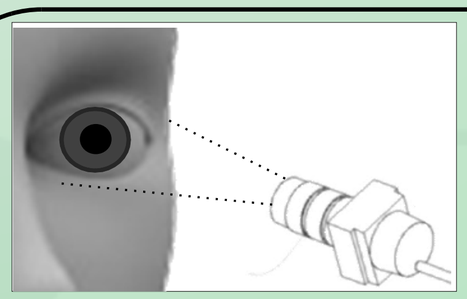
F. MARTINEZ*, E. PISSALOUX & A. CARBONE
Institut des Systèmes Intelligents et de Robotiques
* martinez@isir.upmc.fr

Institut des Systèmes Intelligents et de Robotique • Équipe Perception & Mouvement •

Contexte et Objectifs

Nous étudions les possibilités d'interaction avec l'environnement via le regard. En effet, le suivi du regard peut permettre de traduire l'intention de l'être humain et peut donc être utilisé comme un dispositif de pointage. Le but de l'étude menée (théorique et expérimentale – un système à concevoir et à prototyper) vise, avant tout, à renforcer les capacités perceptives de l'homme pour améliorer son interaction avec un environnement (tant réel que virtuel), en particulier pour des personnes:

- en situation de handicap;
- dans l'obligation de mener simultanément plusieurs activités dont certaines –prioritaires- accaparent complètement les moyens habituels d'interaction (que sont, par exemple, les mains);
- travaillant dans des contextes où les dispositifs classiques d'interaction sont inopérants ou insuffisants (notamment vrai dans un environnement virtuel).



Approche proposée

- ***Détection de l'iris*** : Transformation en Symétrie Radiale, identification du limbe et ajustement d'ellipse via RANSAC
- ***Suivi de l'iris*** : filtrage de Monte Carlo Séquentiel et optimisation locale du contour par l'algorithme Espérance-Maximisation (ou Mean-Shift)

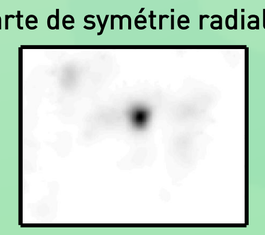
Études théorique et expérimentale en cours

Dans cette étude, nous proposons un algorithme de suivi visuel de l'iris basé sur le filtrage de Monte Carlo Séquentiel dans lequel l'iris est représenté par son contour. Nous exploitons l'estimation Bayesienne récursive afin de déterminer un ensemble d'échantillons pondérés $\{x_t^{(n)}, w_t^{(n)}\}_{n=1}^{N}$ approximant la distribution a posteriori $p(x_t|z_{1:t})$ de l'état x_t étant donné la séquence d'observations $z_{1:t}$.

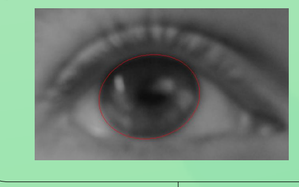
Image originale

INITIALISATION

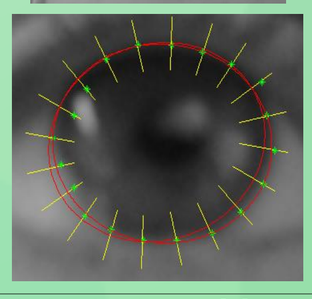
Carte de symétrie radiale [1]



Ajustement d'ellipse (RANSAC)



SUIVI VISUEL



Optimisation locale [3]:

E : Centre de gravité
$$\tilde{v} = \sum_j p_j \, j \, \Delta v$$

M : Déformations
$$\tilde{\mu} = \arg\min_{\mu} g(\tilde{v} - \mu)$$

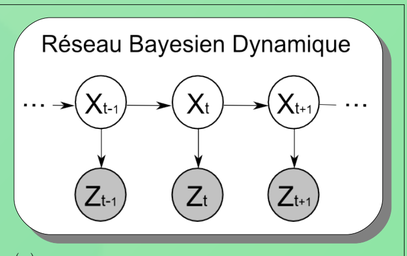
Filtrage Bayesien récursif

$$p(x_t|z_{1:t}) \propto p(z_t|x_t) \int p(x_t|x_{t-1}) \, p(x_{t-1}|z_{1:t-1}) \, dx_{t-1}$$

Espace d'état (modèle d'ellipse):
$$x = [c_x, c_y, \lambda_a, \lambda_b, \theta]$$

Modèle dynamique (AR d'ordre 1):
$$x_t^{(n)} \sim q(x_t|x_{1:t-1}, z_{1:t}) \stackrel{\text{def}}{=} p(x_t|x_{t-1}) = N(x_t; x_{t-1}, \Sigma_t)$$

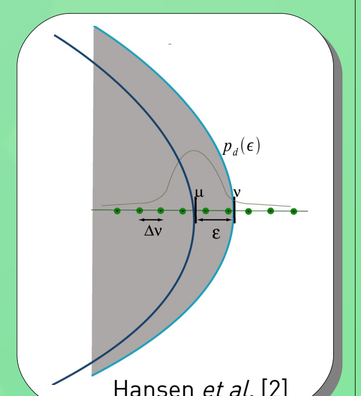
Réseau Bayesien Dynamique



Vraisemblance de contour: $w_t^{(n)} = w_{t-1}^{(n)} \, p(z_t|x_t^{(n)})$

1) Modèle de différences de niveaux de gris:
$$p_L(\Delta I) = \frac{1}{Z_L} \exp(-|\frac{\Delta I}{\lambda}|^{\beta}) \qquad [3]$$

2) Modèle de déformations :
$$p_d(\epsilon) = \frac{1}{Z_d} \exp(-\frac{\epsilon^2}{2\sigma_d^2}) \qquad [3]$$



Hansen *et al.* [2]

Moyenne pondérée :
$$\tilde{x}_t = E[x_t] \approx \sum_{n=1}^{N} w_t^{(n)} x_t^{(n)}$$

Évaluation

- Comparaison avec une méthode déterministe (par seuillage adaptatif ou non, opérations morphologiques, détection de points de contour ...) :
  - ✔ Hypothèses multiples
  - ✔ Notion de temporalité
  - ✔ Vraisemblance de contour pour distinguer l'objet du fond
  - ✗ Temps de calcul

Perspectives

Le ratio de vraisemblance permet également de détecter les clignements de l'œil Cependant, il serait préférable de détecter l'état ouvert/fermé de l'œil avant d'enclencher le mécanisme de suivi visuel.
Enfin, le suivi de l'iris constitue une première étape vers le suivi du regard qui implique de définir une correspondance entre la position de l'iris et le point observé dans une scène 3D.

Références

[1] G. Loy & A. Zelinsky. "*Fast Radial Symmetry for Detecting Points of Interest*". PAMI,vol. 25, no. 8, pp. 959-973, 2003.
[2] D.W. Hansen & A.E.C. Pece. "*Iris Tracking with Feature Free Contours*". AMFG, pp. 208-214, 2003.
[3] A.E.C. Pece & A.D. Worall. "*Tracking with the EM Contour Algorithm*". ECCV, vol. 1, pp. 3-17, 2002.

REMERCIEMENTS

Ce travail est soutenu par la Commission Européenne dans le cadre du projet européen **AsTeRICS** (FP7 ICT Call 4).