

Tout ce que vous avez toujours voulu savoir sur la Kinect

Edouard Auvinet

DIRO - Université de Montréal - M2S - Université de Rennes 2

May 18, 2011

Sommaire

- 1 Présentation de la kinect
 - Les composants
 - Les caméras
 - Le projecteur Infra-Rouge
 - Les autres éléments

Sommaire

- 1 Présentation de la kinect
 - Les composants
 - Les caméras
 - Le projecteur Infra-Rouge
 - Les autres éléments
- 2 Une vue de profondeur
 - Calcul de la profondeur

Sommaire

- 1 Présentation de la kinect
 - Les composants
 - Les caméras
 - Le projecteur Infra-Rouge
 - Les autres éléments
- 2 Une vue de profondeur
 - Calcul de la profondeur
- 3 Capture de mouvement
 - Les caractéristiques issues de la carte de profondeur
 - La classification des pixels
 - Localisation du squelette

L'objet en Question



KINECT™
for  XBOX 360.

La caméra couleur

Emplacement



KINECT
for XBOX 360.

Caractéristiques

- 1 CMOS 1280 x 1024 pixels,

La caméra couleur

Emplacement



KINECT
for  XBOX 360.

Caractéristiques

- 1 CMOS 1280 x 1024 pixels,
- 2 15 image/s,

La caméra couleur

Emplacement



Caractéristiques

- 1 CMOS 1280 x 1024 pixels,
- 2 15 image/s,
- 3 30 image/s à 640x480.

La caméra infra-rouge

Emplacement



Caractéristiques

- 1 CMOS 1280 x 1024 pixels,

La caméra infra-rouge

Emplacement



KINECT
for  XBOX 360.

Caractéristiques

- 1 CMOS 1280 x 1024 pixels,
- 2 30 image/s.

Le projecteur

Emplacement



KINECT
for XBOX 360.

Caractéristiques

- 1 pattern de points lumineux fixes dans le temps,

Le projecteur

Emplacement



KINECT
for XBOX 360.

Caractéristiques

- 1 pattern de points lumineux fixes dans le temps,
- 2 Infra-rouge proche.

Les autres éléments

Caractéristiques

- 1 micros audio,

Les autres éléments

Caractéristiques

- 1 micros audio,
- 2 accéléromètre,

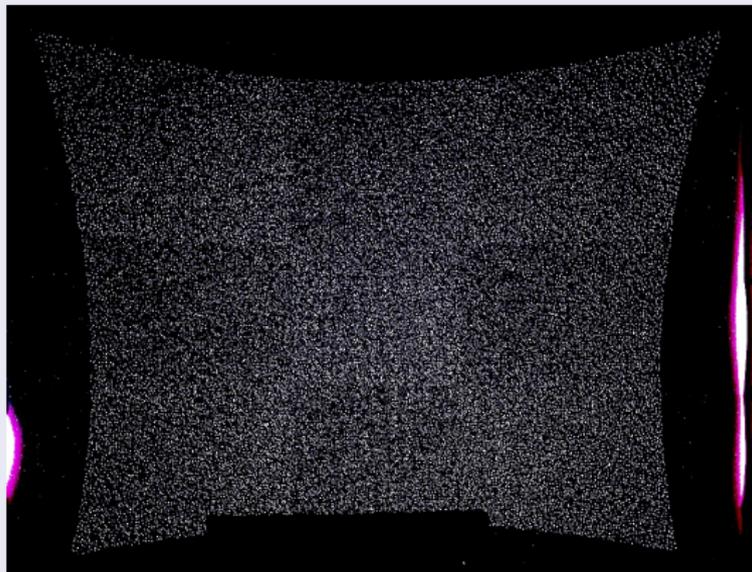
Les autres éléments

Caractéristiques

- 1 micros audio,
- 2 accéléromètre,
- 3 moteur d'élévation.

Le pattern de départ

La mise de départ



Objectif

Mesure de l'image

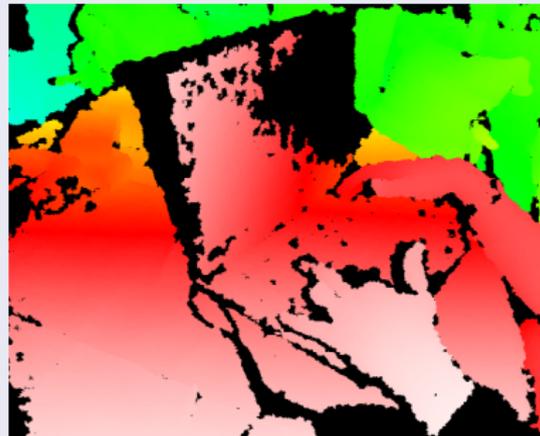


Objectif

Mesure de l'image

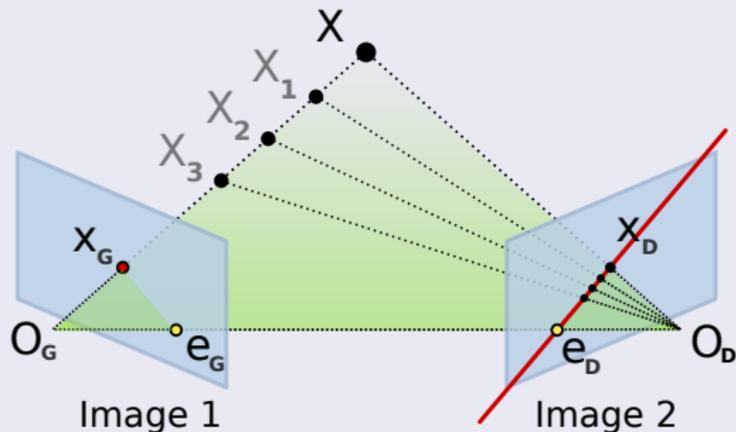


Carte de profondeur



Petit concept : La géométrie épipolaire

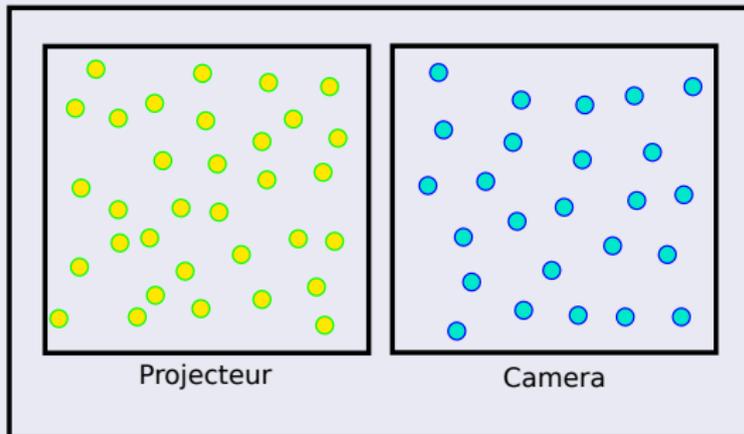
La ligne épipolaire dans le cas général



Auteur : Norro Wikipedia

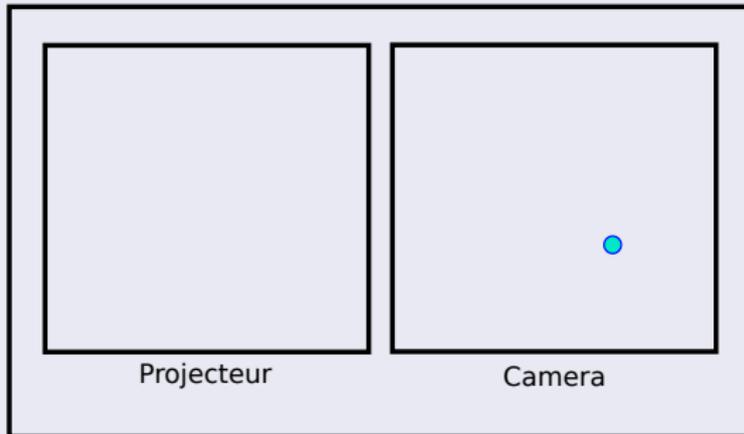
Le calcul de la profondeur

La mise de départ



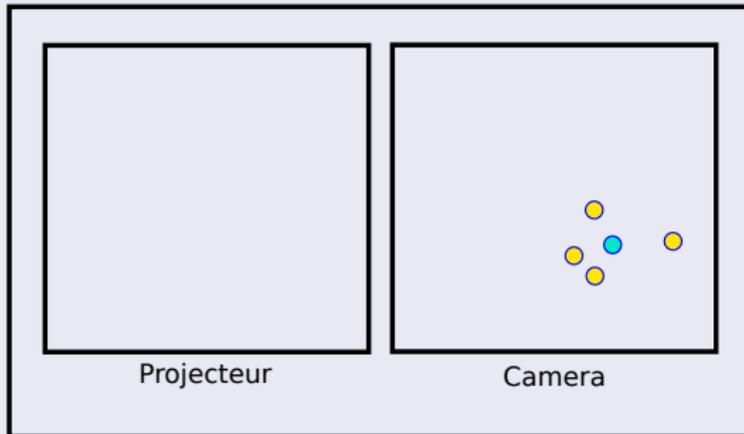
Le calcul de la profondeur

On sélectionne un point



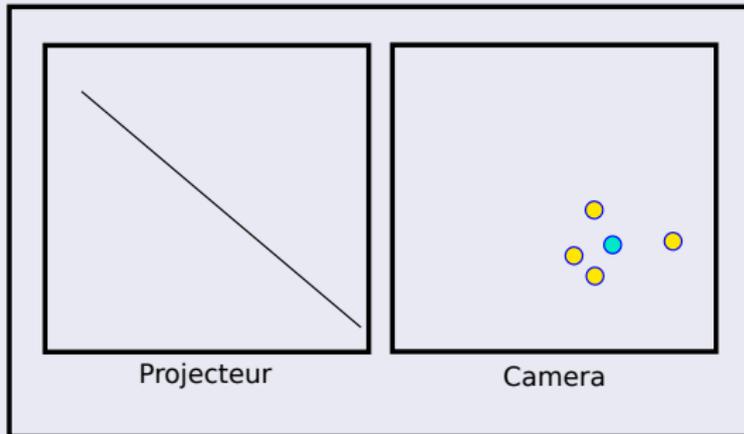
Le calcul de la profondeur

Calcul de la signature du voisinage



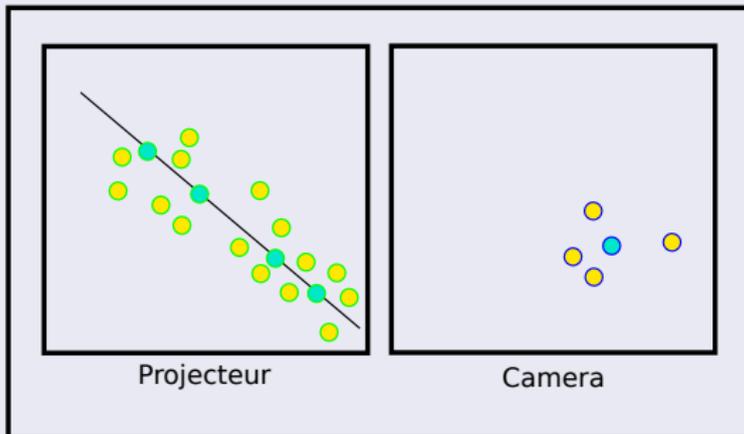
Le calcul de la profondeur

Tracé de la ligne épipolaire



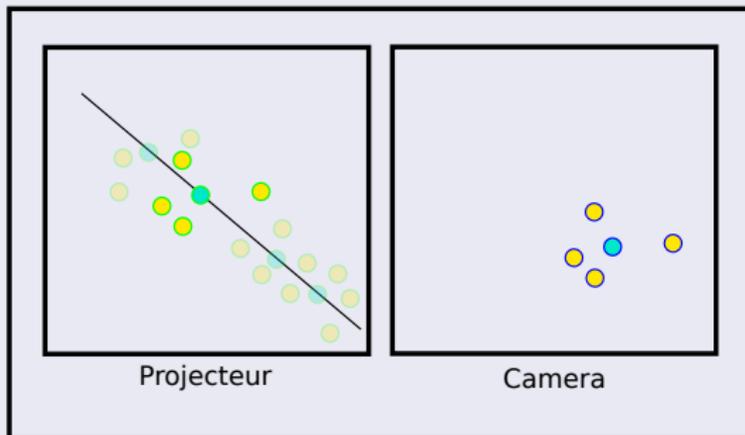
Le calcul de la profondeur

Recherche des correspondants possibles sur la ligne épipolaire



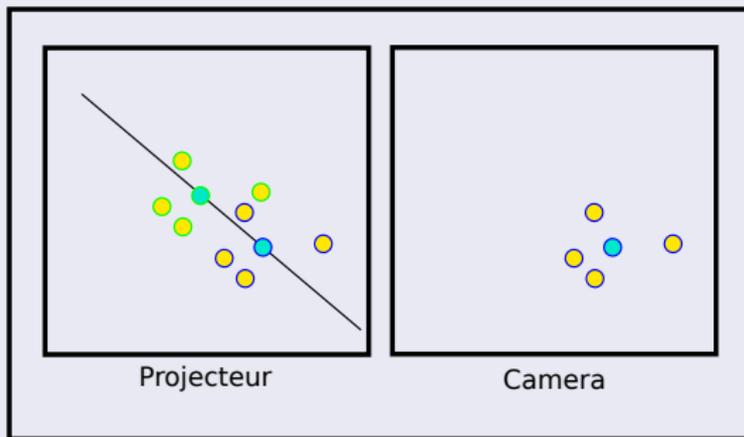
Le calcul de la profondeur

Recherche du correspondant grâce au voisinage



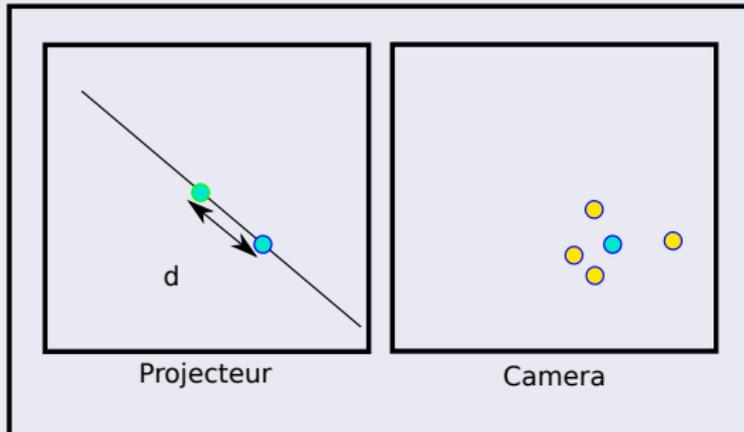
Le calcul de la profondeur

Projection du point de mesure dans l'image du pattern de référence



Le calcul de la profondeur

Mesure de l'écart



Conversion

Calcul de la profondeur à partir de la disparité

La profondeur est l'inverse de la disparité et est obtenue grâce à l'équation suivante :

$$Z = \frac{1}{-0.0030711016d + 3.3309495161}$$

Où d est la disparité Auteur : Nicolas Burrus

Lignes épipolaires de la kinect

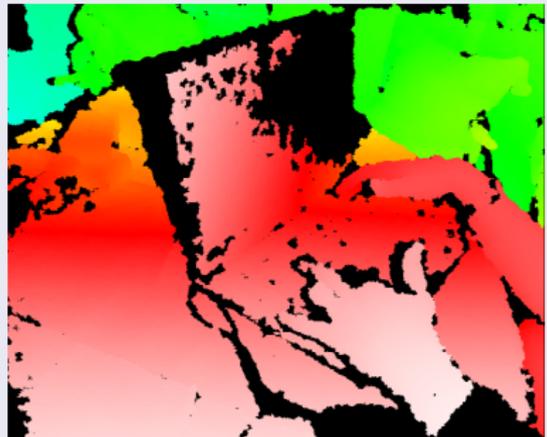
Dans le cas où la relation entre le projecteur et la caméra infra-rouge est juste une translation latérale (cas supposé de la kinect), les lignes épipolaires sont horizontales.

Résultat

Mesure de l'image

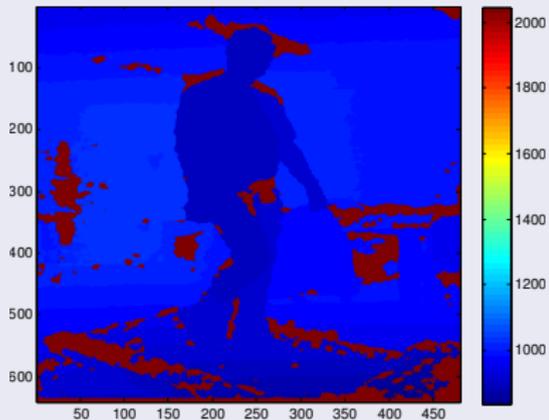


Carte de profondeur



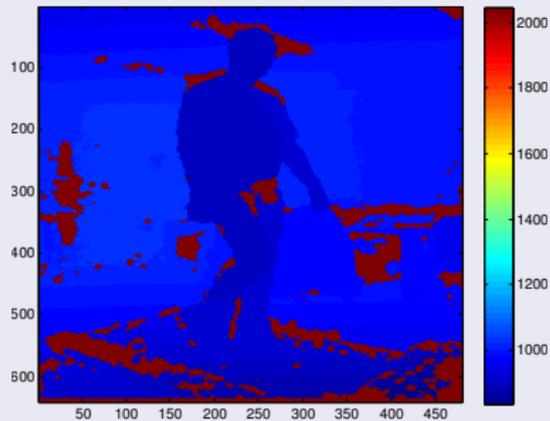
Résultat

Mesure brute : disparité

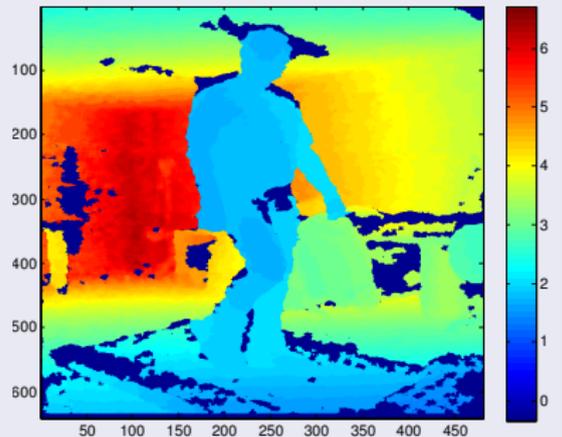


Résultat

Mesure brute : disparité



Carte de profondeur



Objectif

D'une carte de profondeur à un squelette



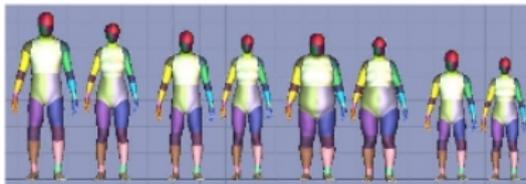
Présentation générale de la méthode

Carte des classes

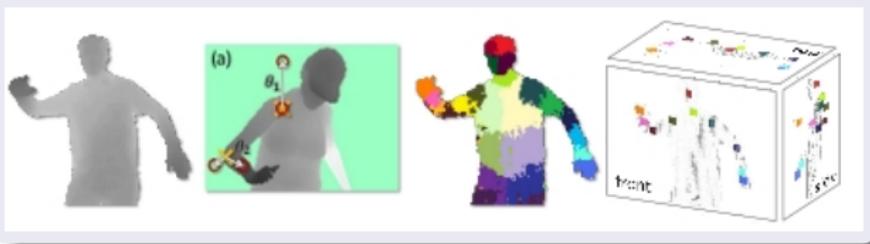


Présentation générale de la méthode

Carte des classes



Processus de localisation du squelette



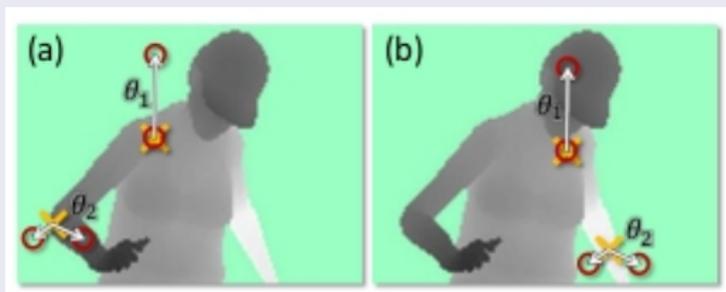
Les caractéristiques

Ensemble de caractéristiques

$$f_{\theta}(I, \mathbf{x}) = d_I \left(\mathbf{x} + \frac{\mathbf{u}}{d_I(\mathbf{x})} \right) - d_I \left(\mathbf{x} + \frac{\mathbf{v}}{d_I(\mathbf{x})} \right)$$

pour le pixel \mathbf{x} avec I l'image de profondeur, $d_I(\mathbf{x})$ la profondeur du pixel et $\theta = (\mathbf{u}, \mathbf{v})$ des paramètres pré-définis

Exemples



Les particularités de ce type de caractéristiques

Ensemble de caractéristiques

$$f_{\theta}(I, \mathbf{x}) = d_I \left(\mathbf{x} + \frac{\mathbf{u}}{d_I(\mathbf{x})} \right) - d_I \left(\mathbf{x} + \frac{\mathbf{v}}{d_I(\mathbf{x})} \right)$$

pour le pixel \mathbf{x} avec I l'image de profondeur, $d_I(\mathbf{x})$ la profondeur du pixel et $\theta = (\mathbf{u}, \mathbf{v})$ des paramètres pré-définis

Invariantes en fonction de la profondeur

Ceci grâce aux rapports par $d_I(\mathbf{x})$ pour les paramètres \mathbf{u} et \mathbf{v}

Les particularités de ce type de caractéristiques

Ensemble de caractéristiques

$$f_{\theta}(I, \mathbf{x}) = d_I \left(\mathbf{x} + \frac{\mathbf{u}}{d_I(\mathbf{x})} \right) - d_I \left(\mathbf{x} + \frac{\mathbf{v}}{d_I(\mathbf{x})} \right)$$

pour le pixel \mathbf{x} avec $d_I(\mathbf{x})$ sa profondeur et $\theta = (\mathbf{u}, \mathbf{v})$ des paramètres pré-définis

Efficacité de calcul

Pour chaque pixel et par caractéristique :

- 1 3 pixels à lire

Les particularités de ce type de caractéristiques

Ensemble de caractéristiques

$$f_{\theta}(I, \mathbf{x}) = d_I \left(\mathbf{x} + \frac{\mathbf{u}}{d_I(\mathbf{x})} \right) - d_I \left(\mathbf{x} + \frac{\mathbf{v}}{d_I(\mathbf{x})} \right)$$

pour le pixel \mathbf{x} avec $d_I(\mathbf{x})$ sa profondeur et $\theta = (\mathbf{u}, \mathbf{v})$ des paramètres pré-définis

Efficacité de calcul

Pour chaque pixel et par caractéristique :

- 1 3 pixels à lire
- 2 5 opérations arithmétiques

Les particularités de ce type de caractéristiques

Ensemble de caractéristiques

$$f_{\theta}(I, \mathbf{x}) = d_I \left(\mathbf{x} + \frac{\mathbf{u}}{d_I(\mathbf{x})} \right) - d_I \left(\mathbf{x} + \frac{\mathbf{v}}{d_I(\mathbf{x})} \right)$$

pour le pixel \mathbf{x} avec $d_I(\mathbf{x})$ sa profondeur et $\theta = (\mathbf{u}, \mathbf{v})$ des paramètres pré-définis

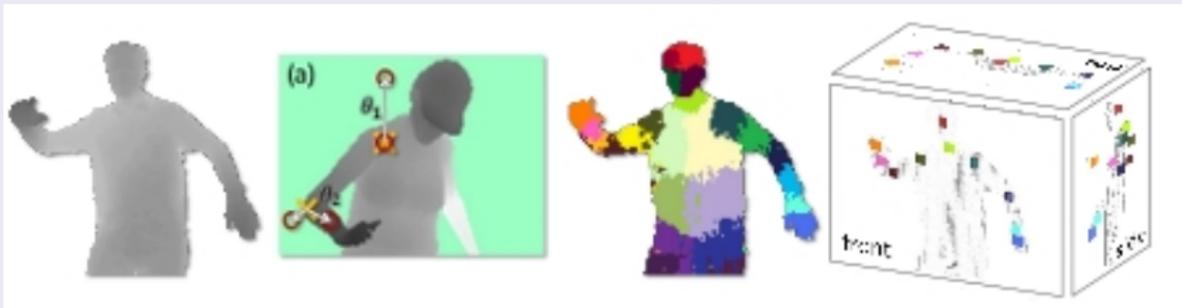
Efficacité de calcul

Pour chaque pixel et par caractéristique :

- 1 3 pixels à lire
- 2 5 opérations arithmétiques
- 3 Calcul particulièrement adapté au GPU

Vue générale de la méthode

Processus de localisation du squelette

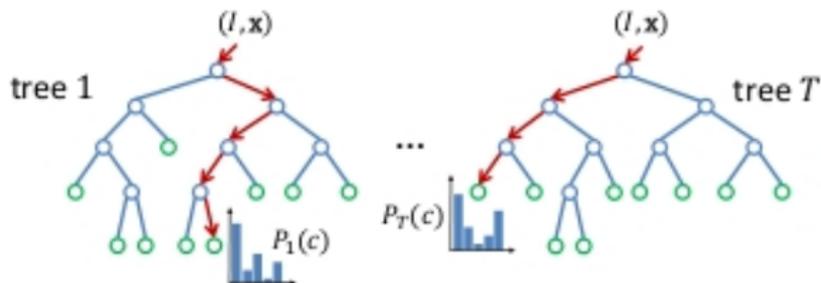


La classification

Carte des classes



Classificateur : les forêts d'arbres décisionnels

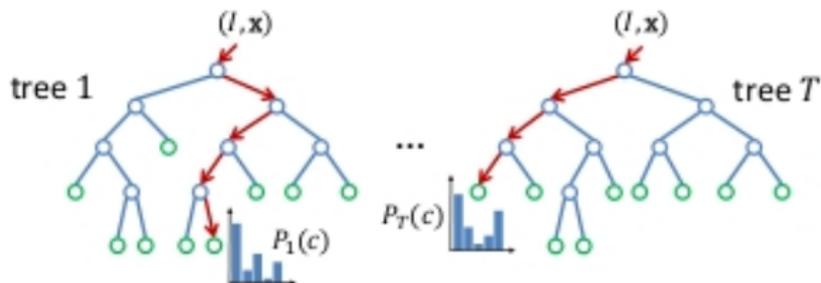


La classification

Carte des classes



Classificateur : les forêts d'arbres décisionnels



La classification

Classification finale de chaque pixel

$$P(c | I, \mathbf{x}) = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T P_t(c | I, \mathbf{x})$$

Apprentissage des arbres et des $P(c | I, \mathbf{x})$

- 1 Des propositions aléatoires de séparateur sont évaluées sur un ensemble de (I, \mathbf{x}) avec une distribution égale sur toutes les classes.

La classification

Classification finale de chaque pixel

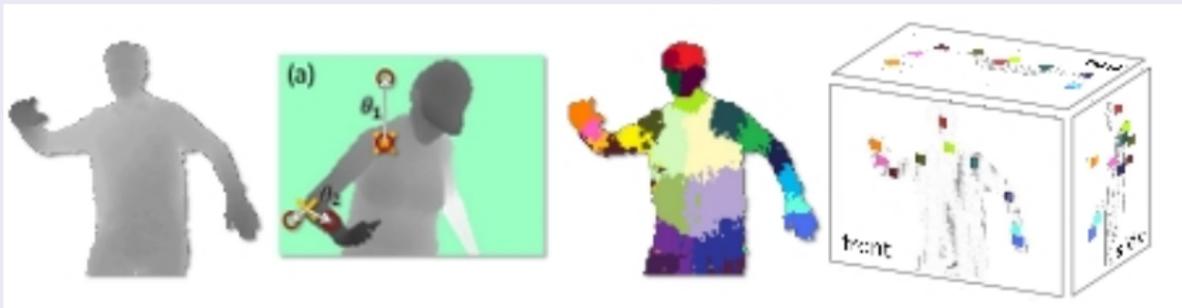
$$P(c | I, \mathbf{x}) = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T P_t(c | I, \mathbf{x})$$

Apprentissage des arbres et des $P(c | I, \mathbf{x})$

- 1 Des propositions aléatoires de séparateur sont évaluées sur un ensemble de (I, \mathbf{x}) avec une distribution égale sur toutes les classes.
- 2 Exécution de l'apprentissage sur cluster : 3 arbres de profondeur de 20 sur une base de 1 million d'images prend **1 jour sur 1000 coeurs**.

Vue générale de la méthode

Processus de localisation du squelette



Localisation des articulations

Utilisation du Mean Shift pour obtenir la position surfacique

$$f_c(\hat{\mathbf{x}}) \propto \sum_{i=1}^N w_{ic} e\left(-\|\frac{\hat{\mathbf{x}} - \mathbf{x}_i}{b_c}\|^2\right)$$

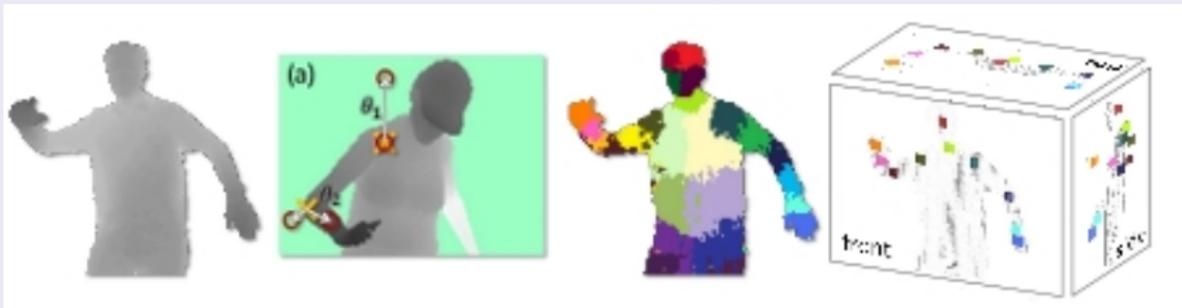
où $w_{ic} = P(c | I, \mathbf{x}) \cdot d_I(\mathbf{x}_i)^2$ et $\hat{\mathbf{x}}$ la projection dans l'espace du pixel \mathbf{x}_i

Position réelle

La position réelle est calculée en ajoutant un écart défini pour chaque classe obtenue par apprentissage

Vue générale de la méthode

Processus de localisation du squelette



Source

Programmes

<http://www.openni.org>

<https://github.com/avin2/SensorKinect>

Publication

- 1 Us Patent : 2010 0118123, **Depth Mapping using projected patterns**
- 2 **Real-Time Human Pose Recognition in Parts from Single Depth Images**, J. Shotton, Andrew Fitzgibbon, M. Cook, T. Sharp, M. Finocchio, R. Moore, A. Kipman, A. Blake, Microsoft Research Cambridge & Xbox Incubation, CVPR 2011.

Autres utilisations

Utilisations de la kinect dans le laboratoire et publications:

- 1 Détection de la chute en appartement : ICOST 2011,

Autres utilisations

Utilisations de la kinect dans le laboratoire et publications:

- 1 Détection de la chute en appartement : ICOST 2011,
- 2 Analyse de la marche mono kinect : EMBC 2011,

Autres utilisations

Utilisations de la kinect dans le laboratoire et publications:

- 1 Détection de la chute en appartement : ICOST 2011,
- 2 Analyse de la marche mono kinect : EMBC 2011,
- 3 Analyse de la marche multi kinect : EMBC 2011.

Merci de votre attention