



soutenance de la thèse de doctorat

**Vision par Ordinateur pour la reconnaissance des
gestes: analyse et modélisation stochastique du geste
dans l'interaction musicale**

abréviations – mots clés

Abréviations:

- Modèles de Markov Cachés → MMC
- Modèles de Mélanges Gaussiennes → MMG
- Vision par Ordinateur → VpO

Mots clés :

- VpO ;
- Modélisation ;
- Reconnaissance ;
- Geste ;
- Signal vidéo ;
- MMC ;
- Interaction musicale.

INTRODUCTION

introduction



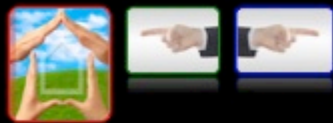
vision par ordinateur

homme

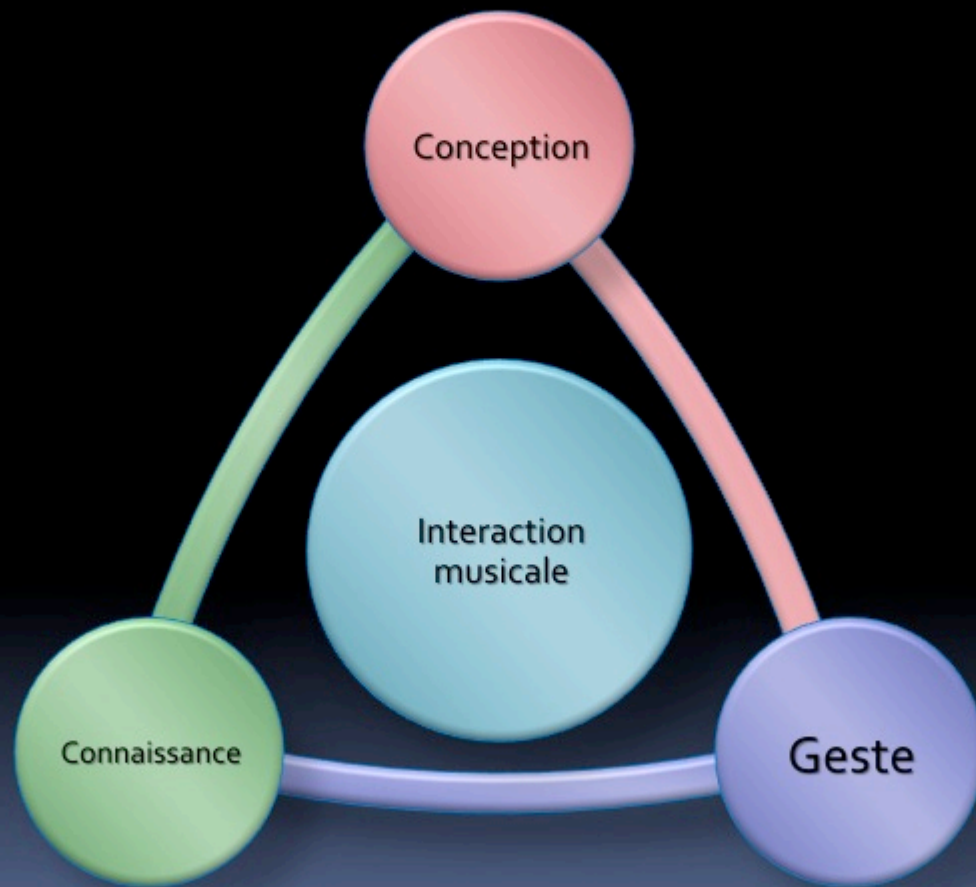
ordinateur

- Vision: le sens dominant
- 80% des informations reçues proviennent du système optique.
- VpO: définition des étapes permettant à l'ordinateur de « comprendre » ce qu'il « voit ».

introduction



système interactif



introduction



motivations et objectifs

- Motivations :
 - faible coût & facilité de capturer une vidéo ;
 - transformer l'ordinateur en collaborateur interactif multidimensionnel.
- Objectif général :
 - a) méthodologie de VpO;
 - b) système PianOrasis;
 - pour la reconnaissance des gestes dans l'interaction musicale.
- Objectifs spécifiques : une méthode...

complète

- capable de calculer tous les paramètres du geste ;

vision-orientée

- orientée vers l'image du pianiste, sans analyse préliminaire ;

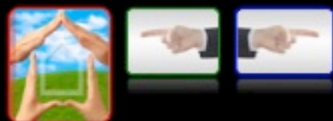
non-intervenante

- le pianiste doit se sentir libre, sans équipement spécifique ;

accessible

- elle doit être à faible coût, permettant l'utilisation à grande échelle.

introduction



contributions

Informatique

- Système interactif de VpO à faible coût, pour la reconnaissance des gestes à l'aide de modélisation stochastique;
- Algorithme de reconnaissance des mouvements articulés des doigts, en palmier semi-étendu, pour chaque doigt, avec prévision de leurs positions.

Mathématiques

- Application des Modèles de Markov Cachés à espace d'observation continu ;
- Application des Modèles de Mixture Gaussiennes.

PianOrasis

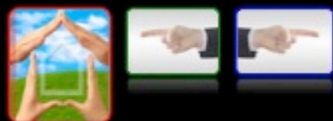
Musique

- Modélisation stochastique des gestes d'interprétation pianistique ;
- Système de reconnaissances des doigtés et des gestes pianistiques sur un piano classique ou électronique ;
- Piano virtuel – interface d'expression musicale.

Autres sciences

- Système de VpO pour la reconnaissance des gestes à l'aide de la modélisation stochastique.

introduction

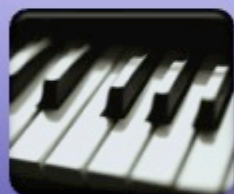


champs d'application



Informatique

- Développement de systèmes d'exploitation non restrictifs - simulation d'usage des matériaux périphériques (clavier – souris)



Musique

- Optimisation de la technique des doigts et du choix des doigtés au piano
- Méthode de production de sons/mélodies sans utiliser d'instrument réel
- Nouvelles interfaces d'expression musicale



Valorisation du patrimoine culturel

- Enregistrement et transmission des savoir-faire rares

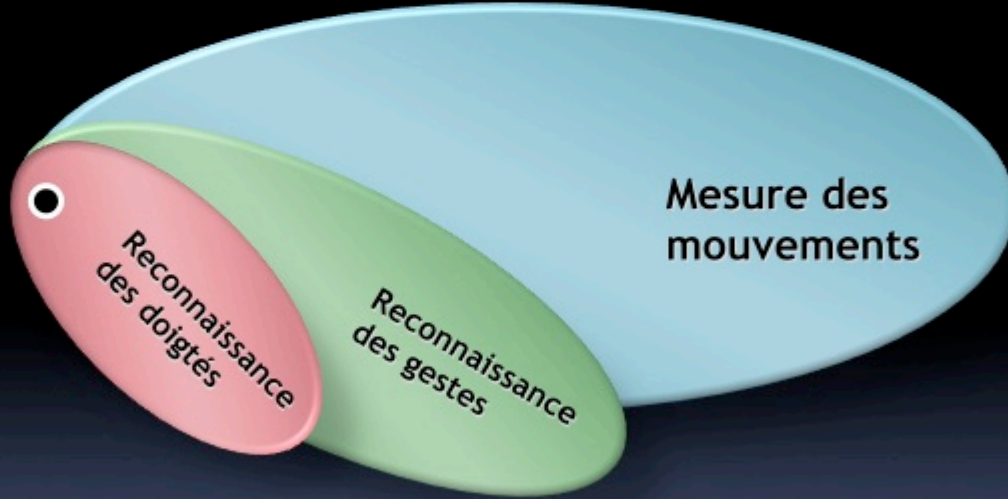
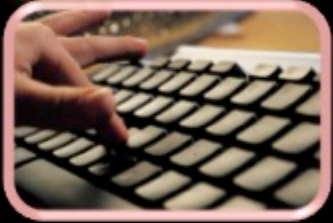


Etude du comportement humain

- Décodage de l'expressivité silencieuse des gestes des mains/doigts

REVUE DES METHODES

revue



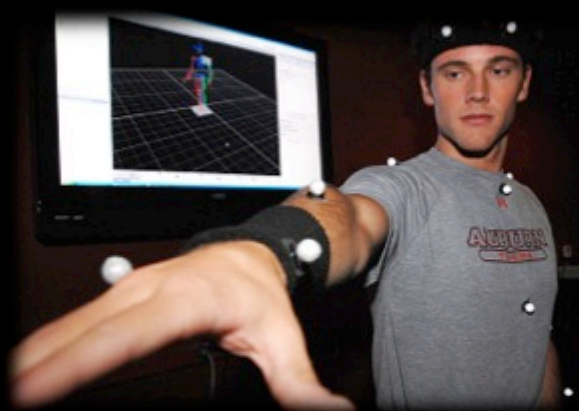
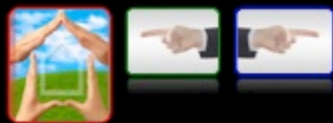


Biomécanique

- Méthode [Jaëll 1897; Ortmann 29; Schultz 49]:
 - empreintes encrées
 - élastique au poignet
 - modélisation de l'anatomie
- Contribution:
 - mouvements « bien pensés » - meilleurs effets musicaux
 - compréhension des forces exercées sur le clavier
- Désavantages:
 - matériel restrictif



Marie Jaëll 1846 - 1925



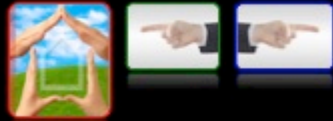
Marqueurs réfléchifs Vicon Peak



Caméra Vicon Peak

Vision Active

- **Méthode** [Palmer 00; Drouin 03; Albrecht 03]:
 - marqueurs réfléchifs
 - diodes photoémettrices
 - mesure du déplacement des marqueurs
- **Contribution:**
 - sans câblage – capteurs
 - modèle squelettique en 3D
- **Désavantages:**
 - matériel cher et restrictif
 - approche globale du geste
 - préparation a priori



Capteurs

•Méthode par contact:

[Stilson 96; Bongers 99; Seifert 02; Vickery 01; Marrin 98]

- EMG
- accéléromètres
- EOG

•Méthode à distance:

[Camurri 04; Hofmann 01; Grunberg 08]

- baguette infrarouge
- télécommande Wii

•Contribution:

- meilleure technique pour diriger l'orchestre
- information de haute précision sans contact

•Désavantages:

- matériel cher et restrictif
- non applicable à des instruments de musique

VpO - MMC



Miburi de Yamaha



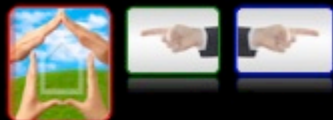
Conductor's Jacket



Wii de Nintendo



Virtual Conductor



Théorie des Graphes/MIDI

• Méthode a priori :

[Sayegh 89; Radicioni 04; Parncutt 97; Jacobs 01; Kasimi 07]

- entrée : partition
- sortie: doigté « idéal »
- attribution des poids

• Désavantages :

- analyse de la partition a priori
- reconnaissance des gestes non applicable

• Méthode en temps réel :

[Matthias 07]

- entrée : données de reproduction
- sortie : doigté « idéal »
- grand nombre de paramètres

• Désavantages :

- non applicable aux instruments classiques

Traitement Numérique du Signal

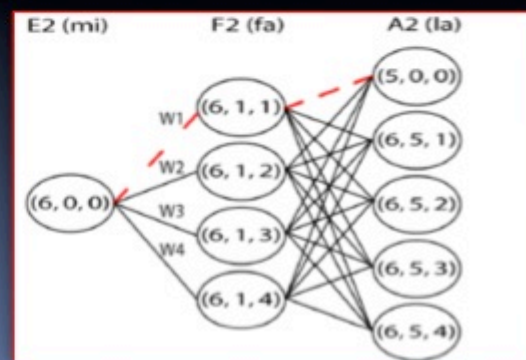
• Méthode a posteriori:

[Traube 04]

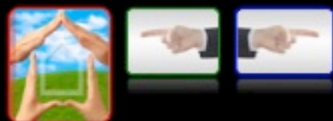
- comparaison d'un modèle physique avec le signal du son
- analyse spectrale - FFT
- Δ energy

• Désavantages:

- applicable si une seule note est jouée à la fois
- précision moyenne entre 3,8 - 8,3 cm.



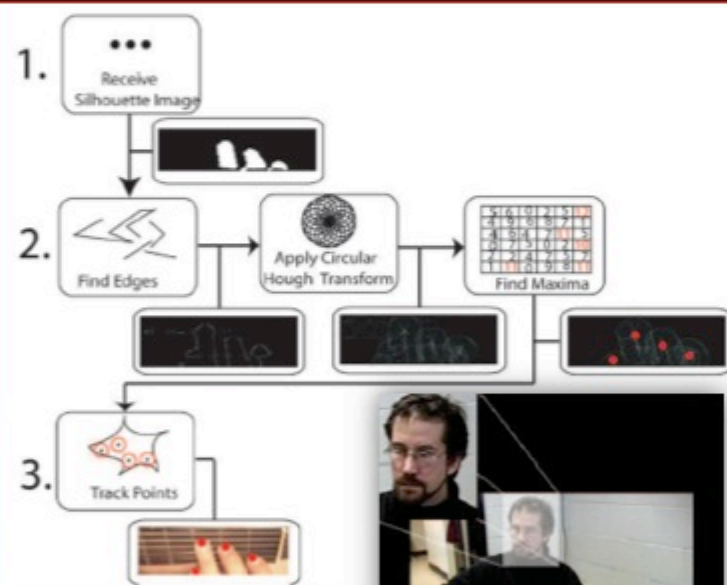
Recherche du chemin « idéal »



VpO

- Méthode en temps réel: [Burns 06]
 - reconnaissance – détection du doigt
 - identification de la corde
 - segmentation du geste
- Désavantages:
 - nécessite la plateforme Eyesweb
 - uniquement pour la guitare
 - ne reconnaît pas de geste

VpO - MMC



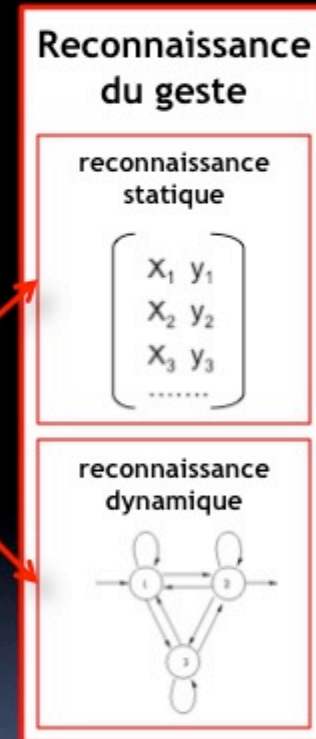
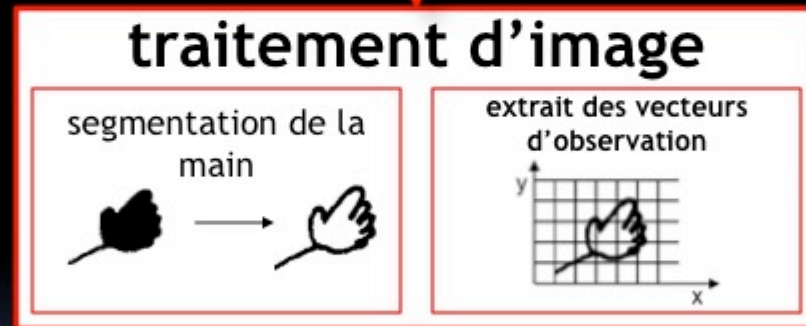
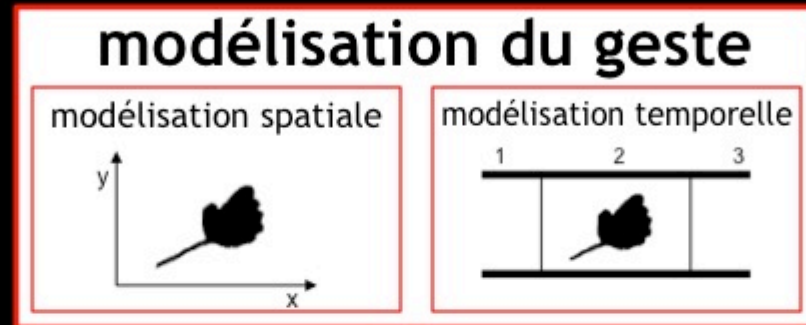
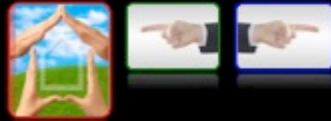
Algorithme de Anne-Marie Burns



Vues de capture du système VpO

METHODE DE RECONNAISSANCE DES GESTES

méthodologie



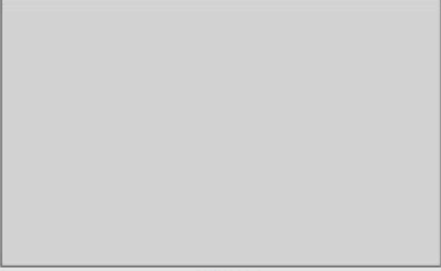
PianOrasis

PianOrasis

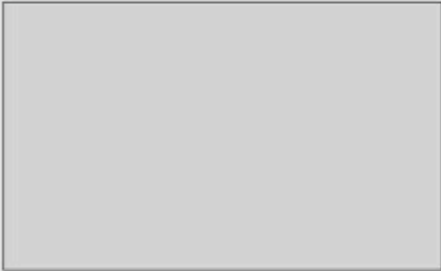
PlanOrasis

File Edit About

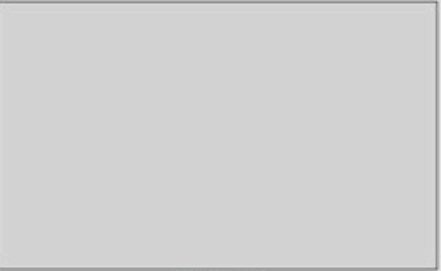
Active Frame:



Contour



Hand Extraction



Possible Edges

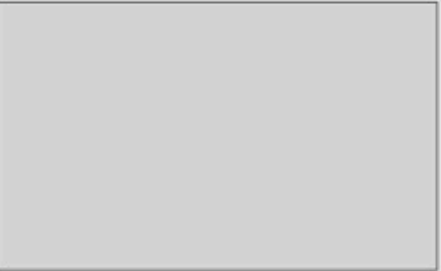

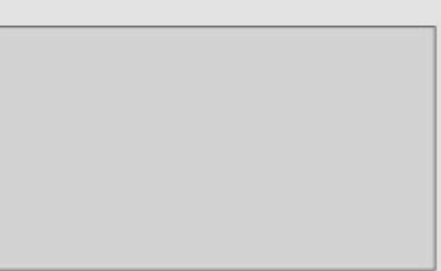


Image Filtering



Finger Detection



Hidden Markov Model: inactive

Find Missing Fingers
 Show Colors

Num of HMMs: 1
 Num of Videos: 0
 Num of Frames: 0
 logprob: 0

Filtering Parameters

Open: 4 minf1: 8

minf2: 10 gauss1: 10

gauss2: 5 edges: 20

canny_U: 0.9 canny_S: 1

canny_L: 0.5

Fingers Position

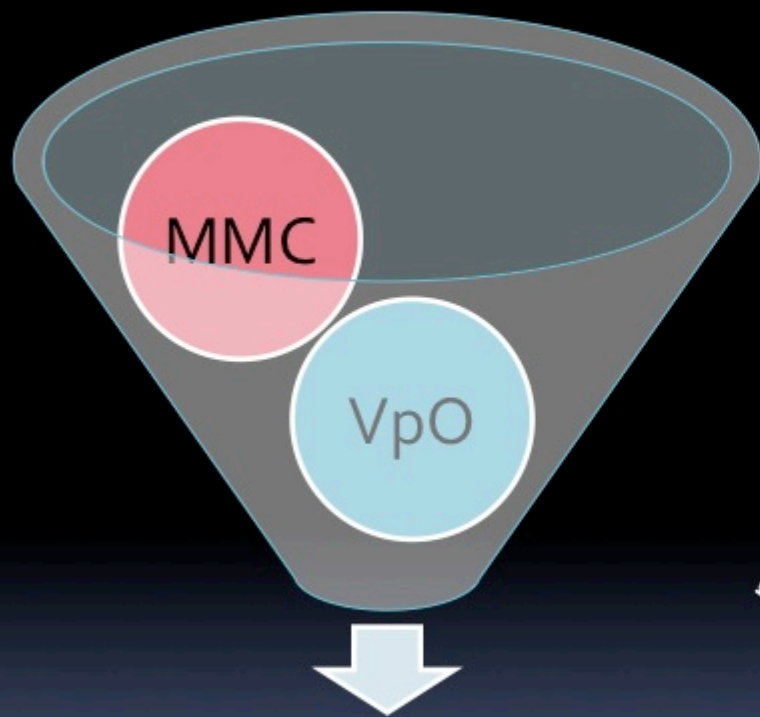
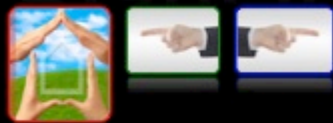
Initial Position

Thumd	55
Forefinger	83
Middle finger	89
Ring finger	87
Pinkie	83

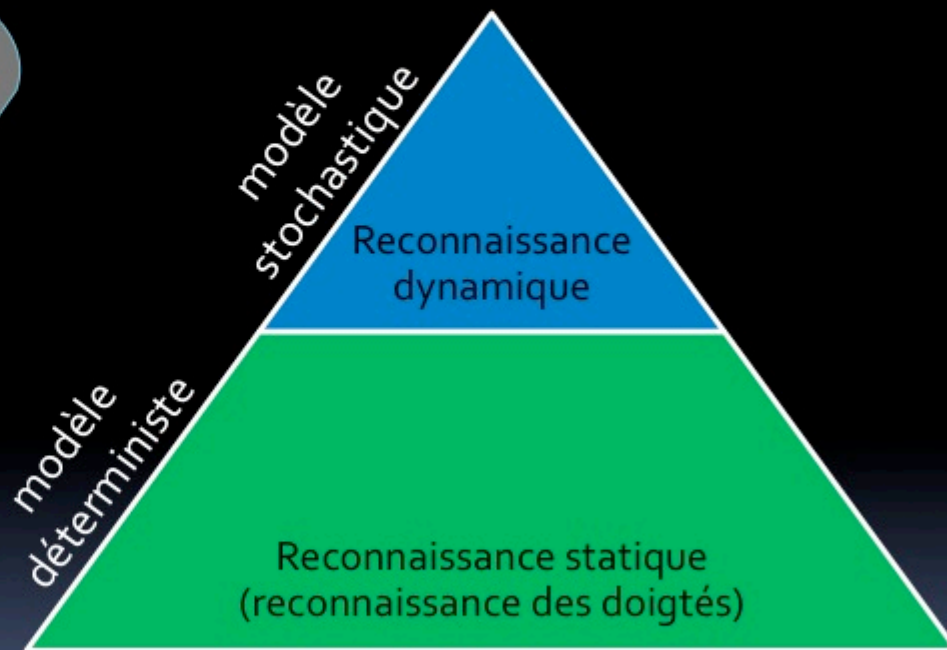
Current Position

Thumd	
Forefinger	
Middle finger	
Ring finger	
Pinkie	

PianOrasis



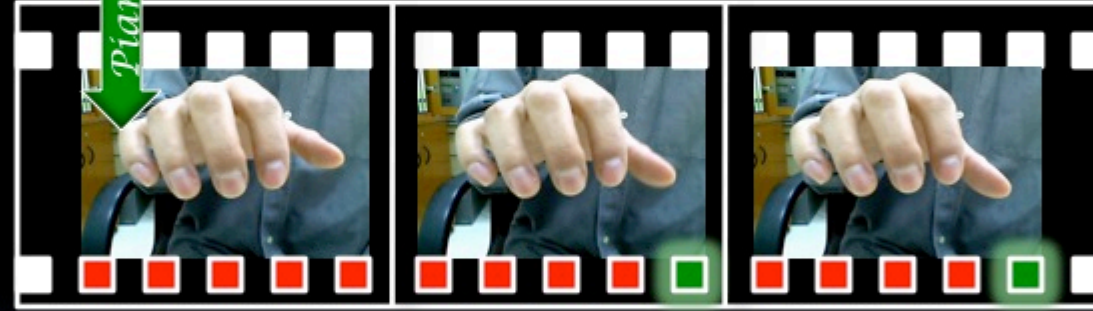
PianOrasis





PianOrasis

reconnaissance statique

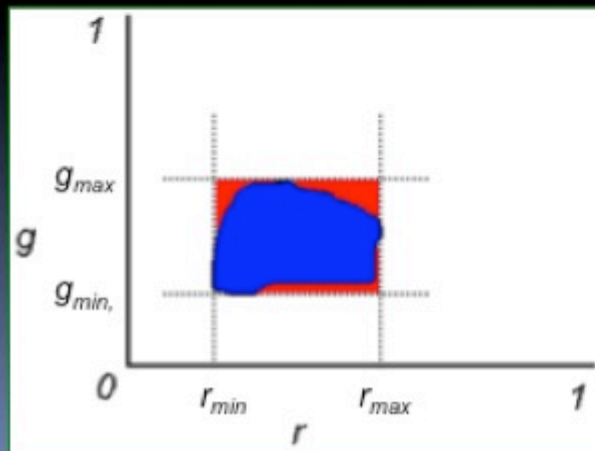
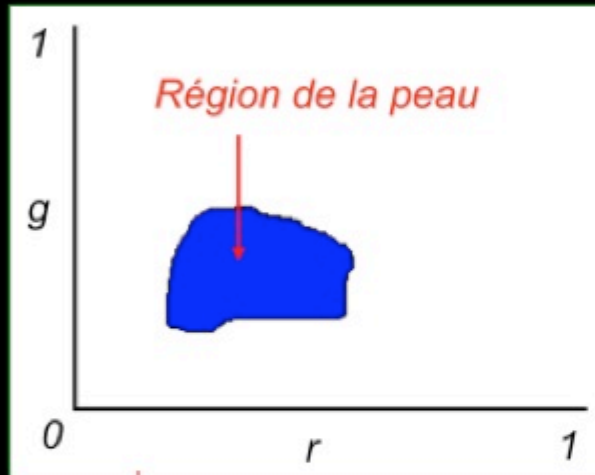


reconnaissance dynamique

PianOrasis



PianOrasis



BIP

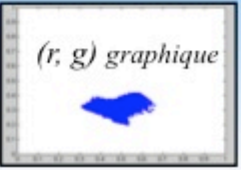
Échantillonnage
 Obtention d'échantillons de couleur de peau et d'ongles P_i $P_i(p_j) = [R_j, G_j, B_j]^T$

Détermination de la RI
 Création d'une image à partir des échantillons P_i $RI^{RGB}[m, n]$



Normalisation de la RI
 $\forall p_j^{RI} \in RI^{RGB}$
 $N : RI^{RGB} \rightarrow RI^{rg}$
 $N([R_j, G_j, B_j]^T) = [r_j, g_j]^T$ $\rightarrow RI^{rg}[m, n]$

Modèle de la peau
 $\forall p_j^{RI} \in RI^{rg}$
 $r_{peau} = [r_{min}, r_{max}]$
 $g_{peau} = [g_{min}, g_{max}]$



PianOrasis



Capture vidéo

Pour chaque image i

Détection de la peau

Pour chaque pixel P_i

Si $r_{min} \leq r_i \leq r_{max}$ Et $g_{min} \leq g_i \leq g_{max}$ Alors

P_i est un pixel de peau

mets $P_i^b.couleur = 0$

Sinon

mets $P_i^b.couleur = 1$

Fin Si

Fin Pour

Segmentation de la main

Localisation des doigts

Extrait des vecteurs d'observations

Reconnaissance des doigtés

Reconnaissance des gestes

bon éclairage



mauvais éclairage



mauvais éclairage



PianOrasis

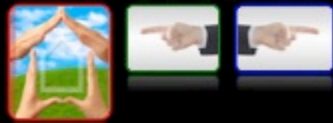


image initiale i

image binaire b_i

sortie FAS



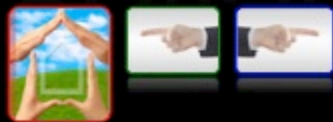
1^{ère} dilatation

1^{er} filtre Gauss

2^{ème} dilatation



PianOrasis



2^{ème} filtre Gauss

seuillage

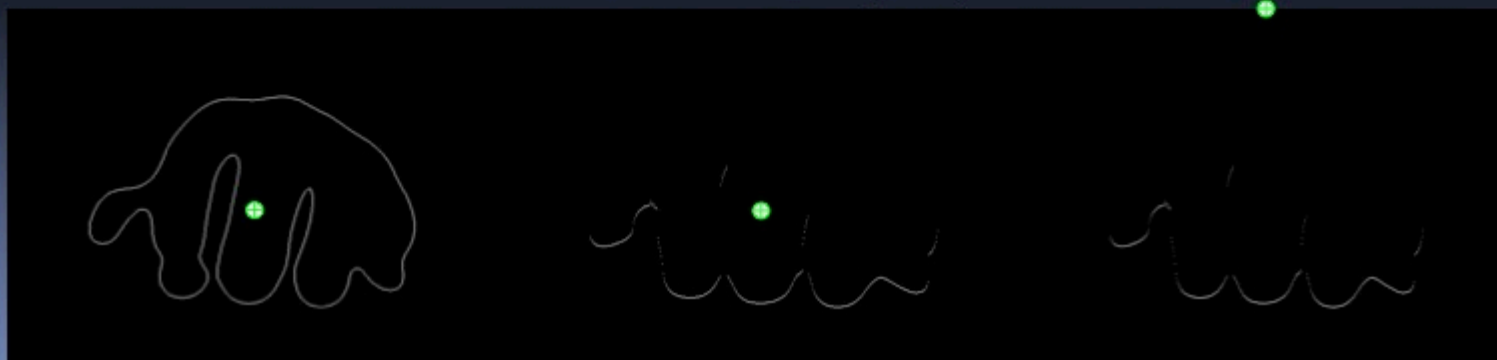
exportation du contour c_i



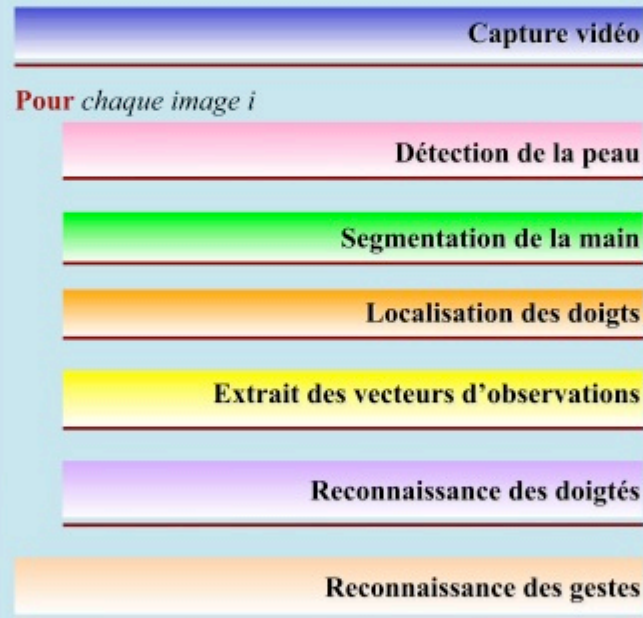
contour c_i - centroïde

exportation des
bouts des doigts d_i

mise à zéro de l'ordonnée
du centroïde



PianOrasis



$[x_c, y_c] \leftarrow \text{centroïde}(c)$

Correspondre (x_c, y_c) sur $d_i[m_c, n_c]$

Pour chaque pixel $d_i[m, n]$

Si $d_i[m, n] \neq 0$ **Alors**

$\text{Distance}[s] \leftarrow d_{\text{euclid}}[(x_c, 0), (x_m^2, y_n^2)]$

$\text{Position}[s, 1] \leftarrow x_m$

$\text{Position}[s, 2] \leftarrow y_n$

Fin Si

Fin Pour

$l \leftarrow \text{longueur}(A)$

Pour s de 2 à l

Si $\text{Distance}[s] = \text{Distance}[s-1]$ **Alors**

$\text{Distance}[s] \leftarrow \text{Distance}[s] + 1/10^4$

Fin Si

Fin Pour

$[\text{MaxDis}, \text{MaxPos}] \leftarrow \max(\text{Distance}, \text{Position})$

Tant que $\text{longueur}(\text{MaxPos}) > 5$

Trouve $\text{indice}(\min(\text{MaxDis}))$

Supprime $\text{MaxDis}[\text{indice}(\min(\text{MaxDis}))]$

Supprime $\text{MaxPos}[\text{indice}(\min(\text{MaxPos}))]$

Fin Tant que

Pour s de 1 à 5

Pour t de 1 à 5

Imprime $\text{MaxPos}[s, t]$

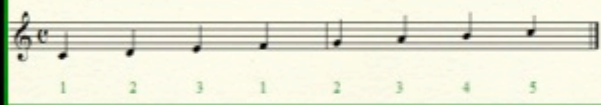
Fin Pour

Fin Pour

PianOrasis



gamme ascendante



gamme descendante



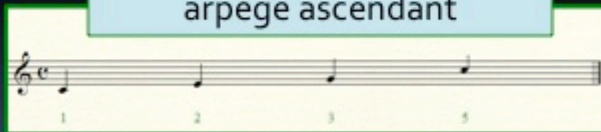
gamme ascendante



gamme descendante



arpège ascendant

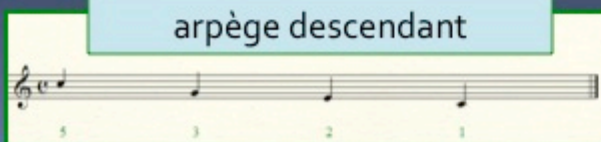


arpège ascendant

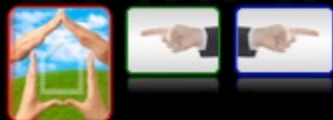


arpège descendant

arpège descendant



PianOrasis



tierces ascendantes

2 3 4 5 3 4 5 3
1 1 2 3 1 2 3 1

tierces ascendantes

NTO PE MI FA SOL LA SI NTO PE MI
1 2 1 2 3 4 5 6 7 8 7 8

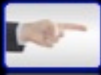
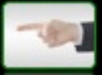
tierces ascendantes

2 5 4 3 5 4 3 2
1 3 2 1 1 2 1 1

tierces descendantes

NTO PE MI FA SOL LA SI NTO PE MI
8 7 6 5 4 3 2 1 3 2 1

PianOrasis



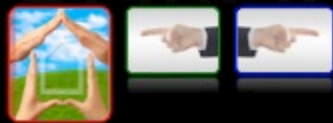
Propriétés caractéristiques	Vecteur y_i à espace d'observation continu	Description des propriétés
y_1^i	x_1	abscisse du 1 ^{er} doigt
y_2^i	$y_1 - y_c$	différence des ordonnées : 1 ^{er} doigt - centroïde
y_3^i	x_2	abscisse du 2 ^{ème} doigt
y_4^i	$y_2 - y_c$	différence des ordonnées : 2 ^{ème} doigt - centroïde
y_5^i	x_3	abscisse du 3 ^{ème} doigt
y_6^i	$y_3 - y_c$	différence des ordonnées : 3 ^{ème} doigt - centroïde
y_7^i	x_4	abscisse du 4 ^{ème} doigt
y_8^i	$y_4 - y_c$	différence des ordonnées : 4 ^{ème} doigt - centroïde
y_9^i	x_5	abscisse du 5 ^{ème} doigt
y_{10}^i	$y_5 - y_c$	différence des ordonnées : 5 ^{ème} doigt - centroïde
y_{11}^i	$x_2 - x_1$	différence des abscisses : 2 ^{ème} - 1 ^{er} doigt
y_{12}^i	$x_3 - x_2$	différence des abscisses : 3 ^{ème} - 2 ^{ème} doigt
y_{13}^i	$x_4 - x_3$	différence des abscisses : 4 ^{ème} - 3 ^{ème} doigt
y_{14}^i	$x_5 - x_4$	différence des abscisses : 5 ^{ème} - 4 ^{ème} doigt

PianOrasis



- La reconnaissance dynamique présuppose :
 - a) la modélisation et
 - b) la classification des gestes.
- Les Modèles de Markov Cachés sont :
 - des outils statistiques ;
 - pour la modélisation des procédures stochastiques ;
 - utilisant un espace d'états fini ;
 - liés avec des transitions ;
 - Deux probabilités qui décrivent l'état :
 - a) celle de transition ;
 - b) celle d'émission.

PianOrasis



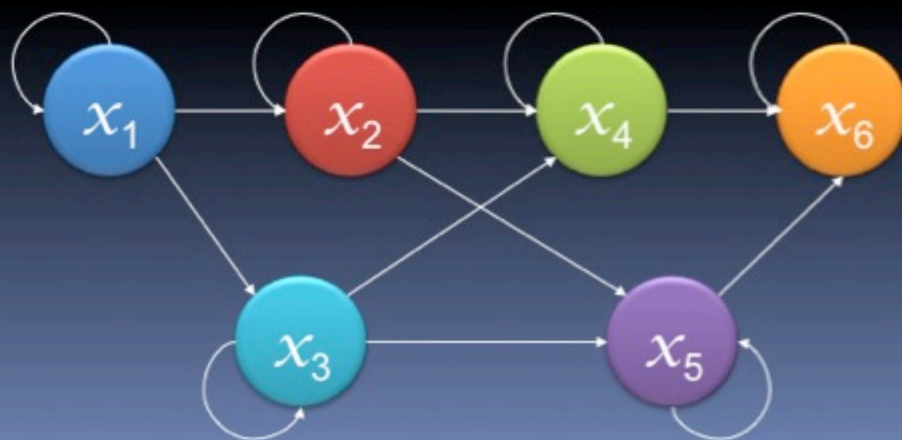
gauche droite (A)



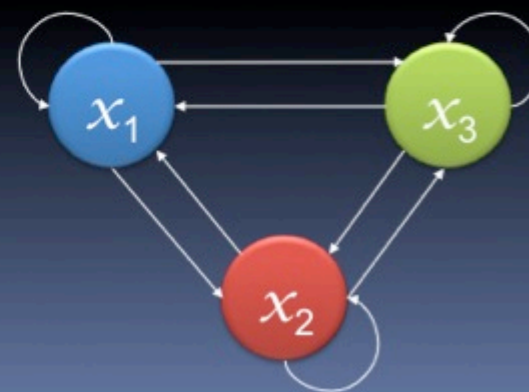
gauche droite (B)



gauche droite (C)



ergodique



PianOrasis



Pourquoi MMC continu ?

- précision dans la classification – reconnaissance ;
- éviter de quantifier ;
- moins de données d'entraînement.

Quelles spécificités ?

- vecteurs d'observations continus ;
- distributions d'émissions continues ;
- alors : densité de probabilité.

Pourquoi MMG ?

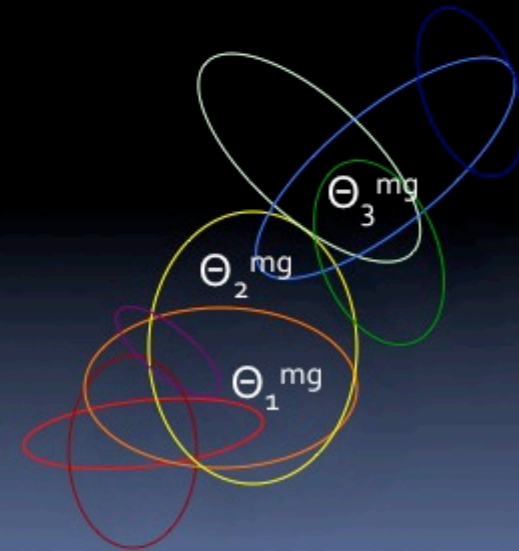
- classification à l'aide d'entraînement des modèles ;
- plusieurs applications dans la reconnaissance de la voix.



Distribution d'observations

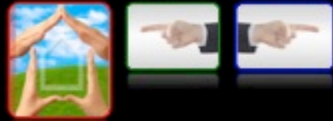


Modèle à 2 distributions gaussiennes



Modèle de mélange de distributions gaussiennes

PianOrasis



Supposons que :

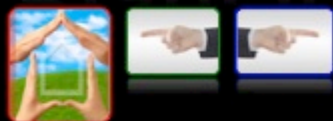
1. Un dictionnaire des gestes ges_i : $DG = \{ges_i\}_{i \in [1,6]}$
2. Un ensemble des modèles des gestes : $MG = \{M_i\}_{i \in [1,6]}$
3. Les paramètres du modèle M_i : $M_i = (\rho_i, Q_i, \psi_i)_{i \in [1,6]}$

$\rho(x) \triangleq \mathcal{P}(X_0 = x_0) x \in \mathcal{X}$
probabilité de l'état initial

$\psi(x, y) dy \triangleq \mathcal{P}(Y_k \in dy | X_k = x_k)$
probabilité que l'observation y soit née de l'état x

$Q(x, x') \triangleq \mathcal{P}(X_{k-1} = x' | X_k = x), x, x' \in \mathcal{X}$
matrice de transitions

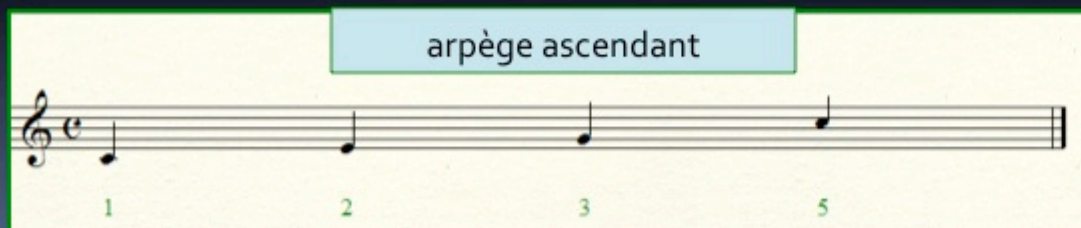
PianOrasis



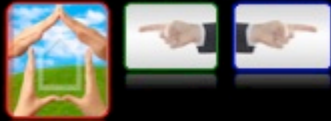
On souhaite reconnaître :



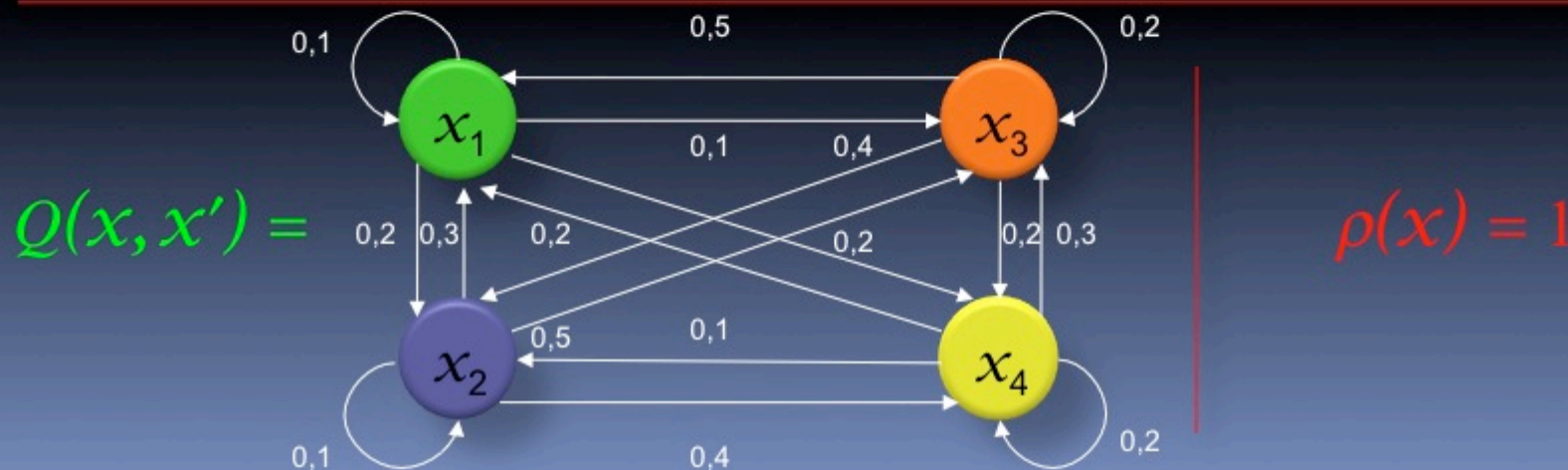
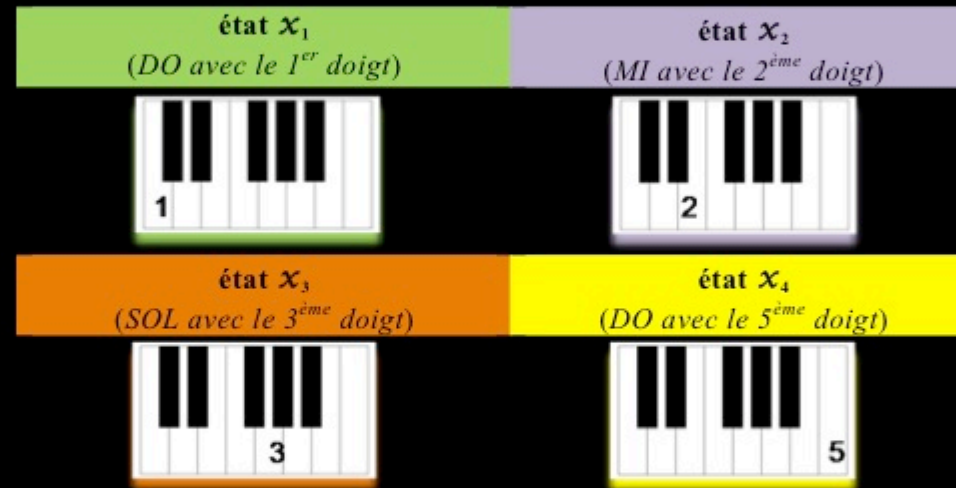
Bien entendu il s'agit de l'arpège ascendant
avec son inversion



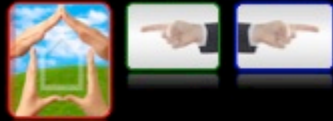
PianOrasis



Alphabet des doigts :



PianOrasis



On connaît déjà :

1. Que la séquence d'observations $Y_{0:6}$ (*séquence visible*), provenant de la séquences d'images $I_{0:6}$, prend ses valeurs dans l'espace $\mathcal{Y} \triangleq \mathbb{R}^{14}$:

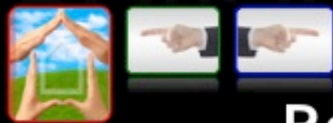
$$Y_{0:6} = \{y_1, y_2, y_3, y_4, y_5, y_6, y_7\}$$

On attend :

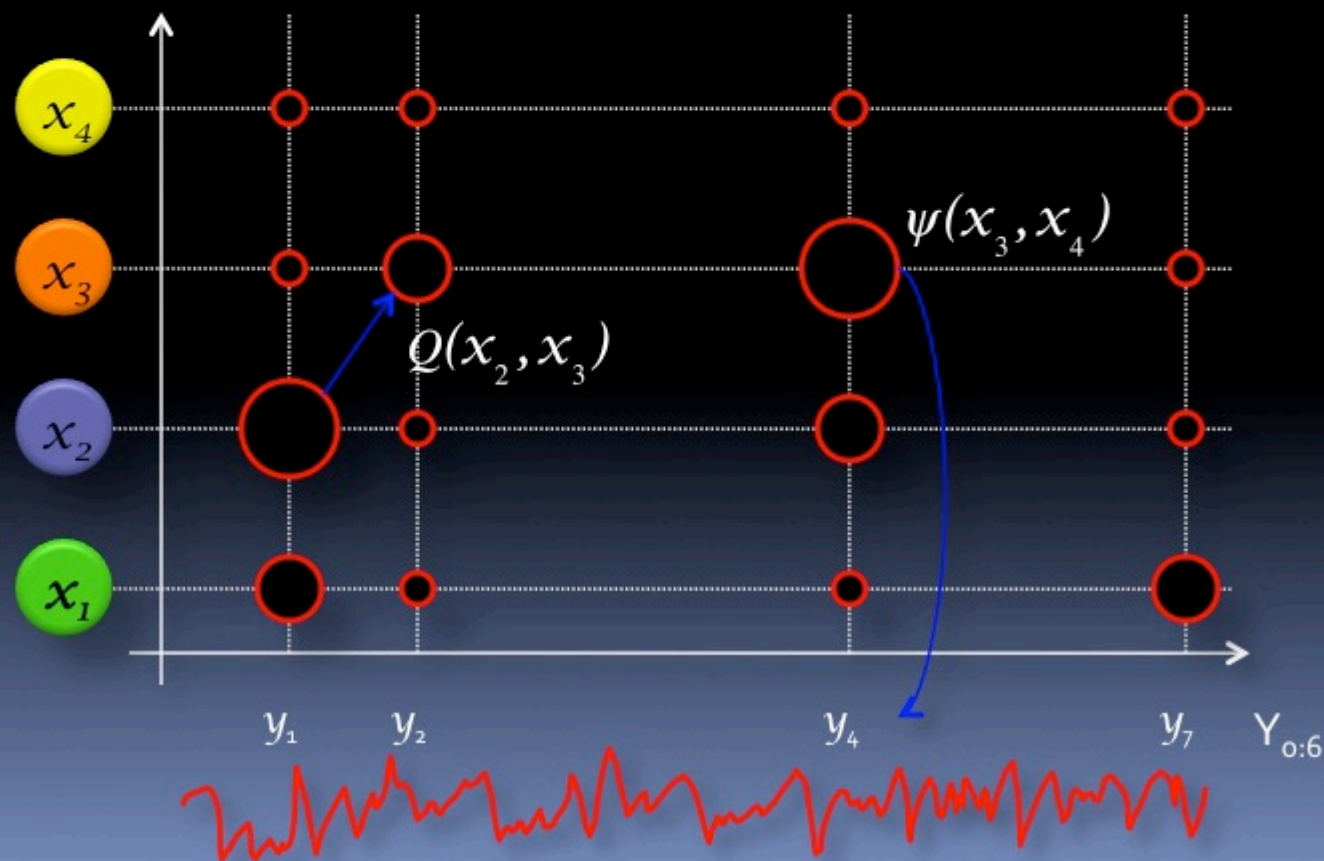
1. Que le M_3 ait la vraisemblance maximale car :
 - c'est le seul modèle ergodique ;
 - le geste, importé dans PianOrasis, est déjà modélisé par M_3 .
2. Que $X_{0:6}$ soit la séquence d'état (*séquence cachée*), ayant engendré la $Y_{0:6}$:

$$X_{0:6} = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_3, x_2, x_1\}$$

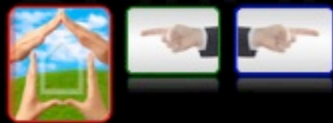
PianOrasis



Représentation des procédures dans M_3 au travers d'un graphe en Treillis

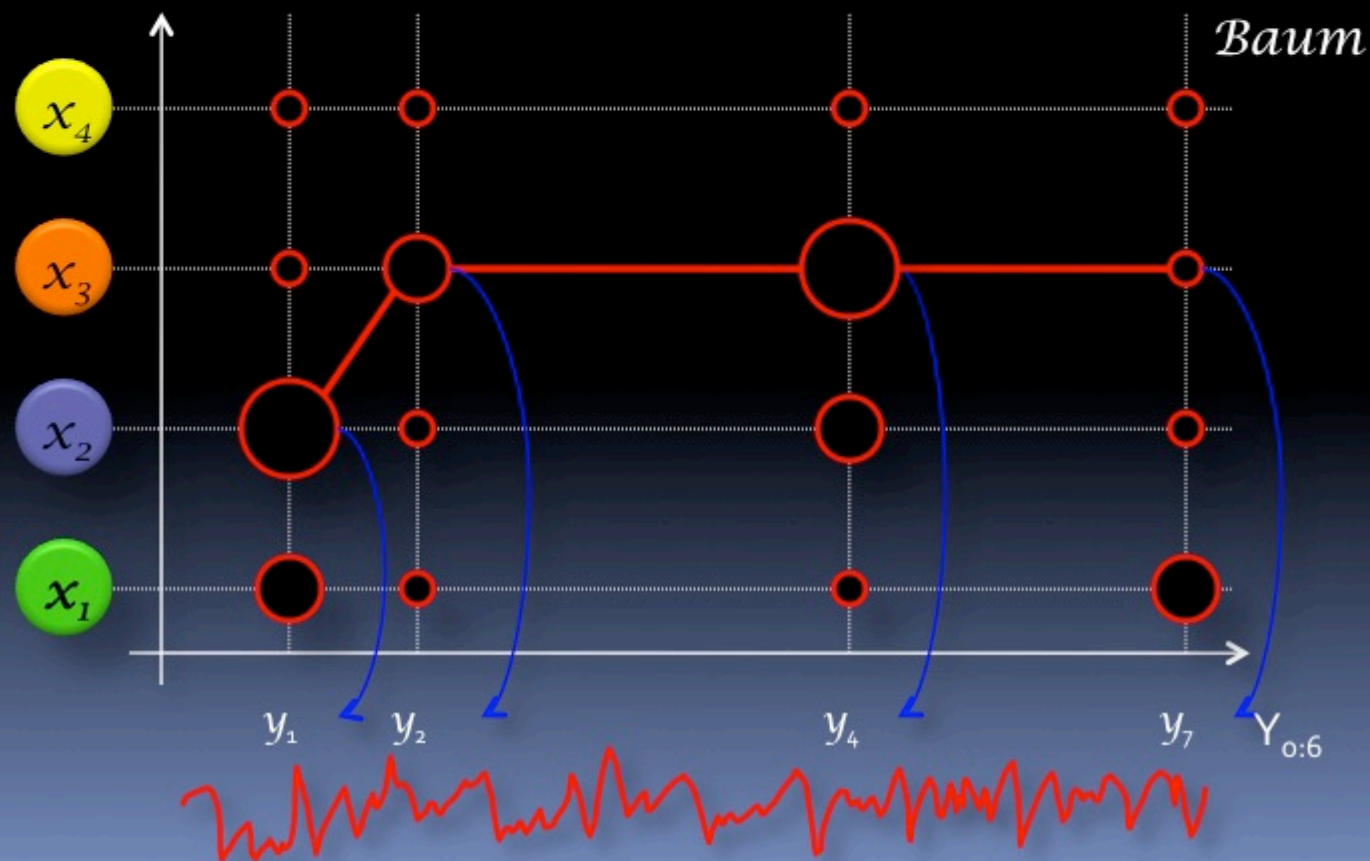


PianOrasis



1^{er} problème à résoudre :

- on connaît le modèle M_3 ;
- on connaît la séquence d'observations $Y_{0:6}$;
- comment calculer la $\mathcal{P}(Y_{0:6} | M_3)$?

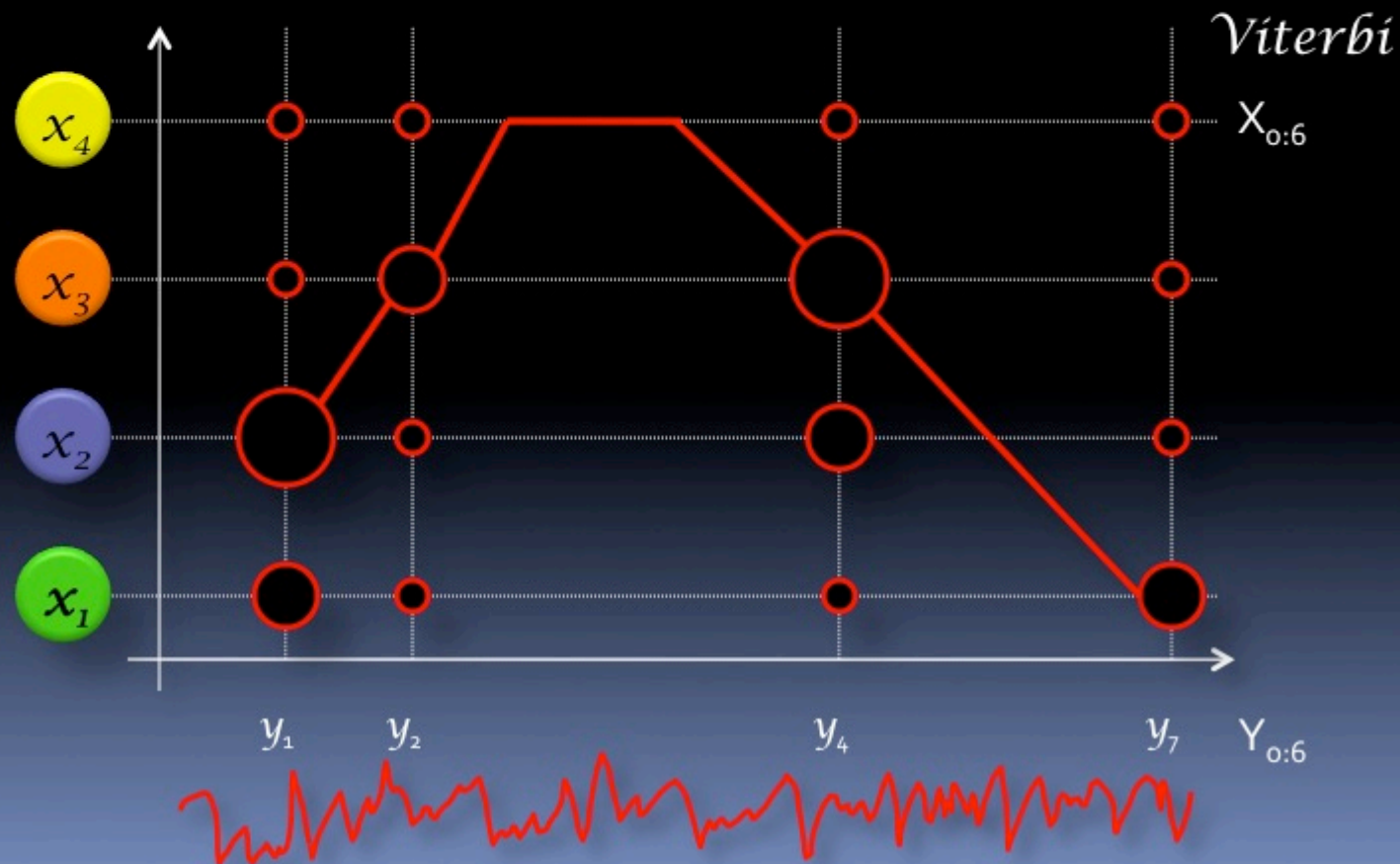


PianOrasis

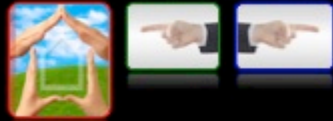


2^{ème} problème à résoudre :

- on connaît le modèle M_3 ;
- on connaît la séquence d'observations $Y_{0:6}$;
- quelle est la $X_{0:6}$ ayant engendré la $Y_{0:6}$?



PianOrasis

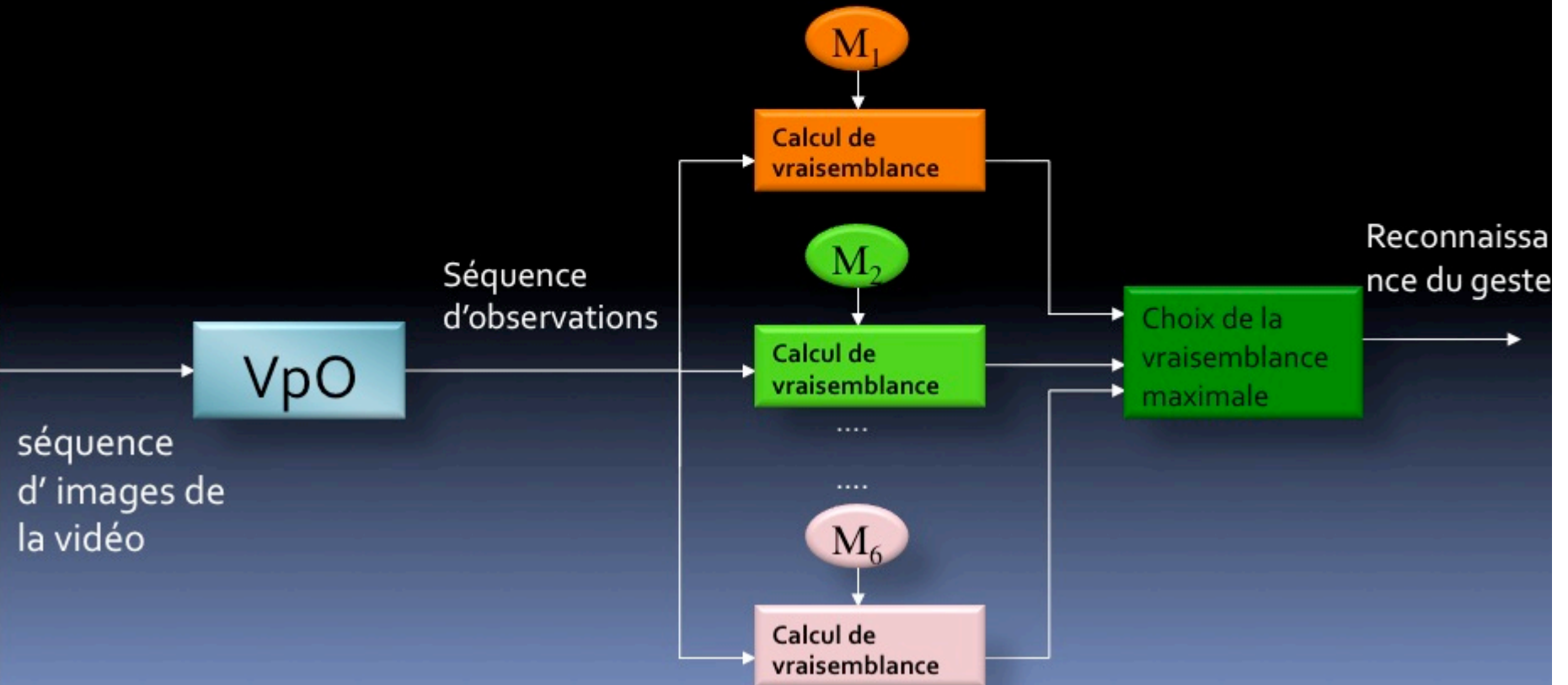


3^{ème} problème à résoudre :

- Comment pourrait-on adapter les paramètres $M_3(\rho_3, \mathcal{Q}_3, \psi_3)$ afin de maximiser la $\mathcal{P}(Y_{0:6} | M_3)$?

Réponse :

- Algorithme Baum-Welch



EVALUATION

évaluation



1^{ère} expérimentation



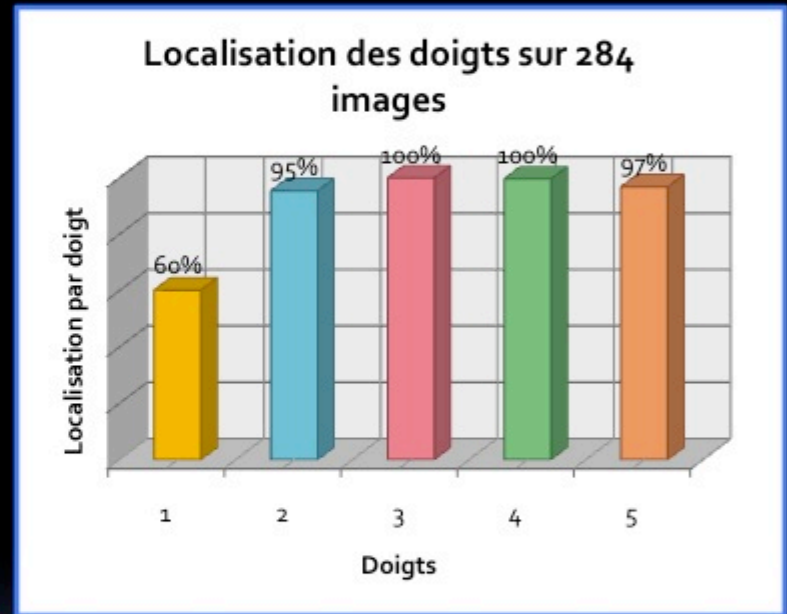
dans de mauvaises conditions d'éclairage

évaluation



1^{ère} expérimentation

Image	Localisation par doigt					Localisation totale	Reconnaissance des doigtés					Note	Appui
	1 ^{er}	2 ^{ème}	3 ^{ème}	4 ^{ème}	5 ^{ème}		1 ^{er}	2 ^{ème}	3 ^{ème}	4 ^{ème}	5 ^{ème}		
109	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	RE	double
110	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0		double
111	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0		
112	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0		
113	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0		
114	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0		
115	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0		
116	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0		



Localisation :

- « 0 » signifie que le doigt n'est pas localisé sur l'image ;
- « 1 » signifie que le doigt est localisé sur l'image.

Exemple :

image 111 a) le 1^{er} doigt n'est pas détecté, b) les doigts 2 à 5 sont localisés, c) le 2^{ème} doigt appuie sur la note RE.

Reconnaissance :

- « 0 » signifie qu'il n'y a pas de détection de doigté ;
- « 1 » signifie que le doigté est détecté.

Résultats :

- 25 fps – mauvais éclairage ;
- localisation successive à 81 % ;
- reconnaissance des doigtés de la partition à 94 % ;
- erreur de reconnaissance par note à 14% .

évaluation



1^{ère} expérimentation

PlanOasis

File Edit About

/Users/hotiris/manitaris/Documents/MATLAB/Sequence/Ohoprano0112

Hand Extraction

Image Filtering

Filtering Parameters

Open:	4	minf1:	8
minf2:	10	gauss1:	10
gauss2:	5	edges:	20
canny_U:	0.9	canny_S:	1
canny_L:	0.5		

Load Initial Parameters

Set New Parameters

Contour

Possible Edges

Finger Detection

Fingers Position

	Initial Position
Thumd	55
Forefinger	83
Middle finger	89
Ring finger	87
Pinkie	83

	Current Position
Thumd	55
Forefinger	81.3615
Middle finger	79.3615
Ring finger	87.3615
Pinkie	47.3615

Reset Initial Position

Hidden Markov Model: Inactive

Store Sequence Data HMM Training

Propability HMM Clear Data

Num of HMMs: 1 Num of Videos: 0 Num of Frames: 0 logprob: 0

Run / Single Frame

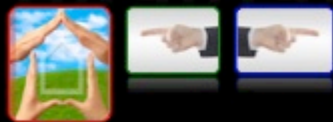
Run / Frame Sequence

Find Missing Fingers

Show Colors

couleur verte : doigté détecté

évaluation



2^{ème} expérimentation

Sonate 16 en D♯ Majeur
Sonate Facile

Allegro W. A. Mozart
K 545

dans de bonnes conditions d'éclairage

évaluation

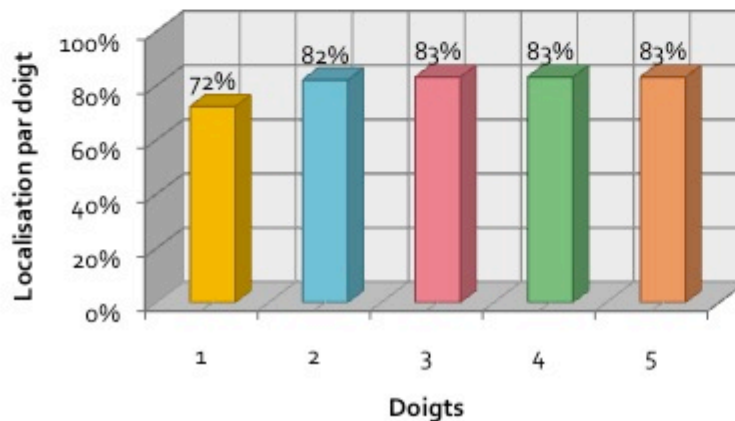


2^{ème} expérimentation

Image	Localisation par doigt					Localisation totale	Reconnaissance des doigtés					Note	Appui
	1 ^{er}	2 ^{ème}	3 ^{ème}	4 ^{ème}	5 ^{ème}		1 ^{er}	2 ^{ème}	3 ^{ème}	4 ^{ème}	5 ^{ème}		
180	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	Pause 2	double
181	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0		
182	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0		
183	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0		
184	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0		
185	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0		
186	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0		
187	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0		

Image	Localisation par doigt					Localisation totale	Reconnaissance des doigtés					Note	Appui
	1 ^{er}	2 ^{ème}	3 ^{ème}	4 ^{ème}	5 ^{ème}		1 ^{er}	2 ^{ème}	3 ^{ème}	4 ^{ème}	5 ^{ème}		
284	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	SOL	
285	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0		
286	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0		
287	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0		
288	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0		
289	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0		
290	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0		
291	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0		

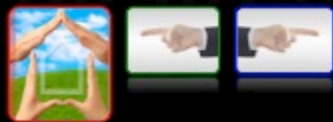
Localisation des doigts sur 386 images



Résultats :

- 19 fps – bon éclairage ;
- localisation successive à 83 % ;
- reconnaissance des doigtés de la partition à 71 % ;
- les classificateurs utilisés permettent la prévision de la localisation du doigt, même si le doigt n'est pas détecté (exemple : les doigtés enregistrés dans les images 287 à 289 de la vidéo sont reconnus, même si le 1^{er} doigt n'est pas localisé).

évaluation



3^{ème} expérimentation

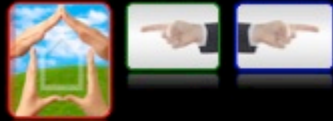
arpège ascendant

1 2 3 5

reconnaissance des gestes sans
instrument musical

dans de bonnes conditions d'éclairage

évaluation




3^{ème} expérimentation

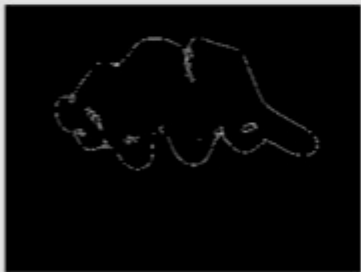
PlanOrasis

File Edit About


Users\botrismanitsaris\Documents\MATLAB\SequenceD\Piano



Contour



Hand Extraction



Possible Edges

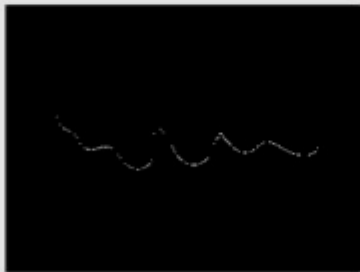

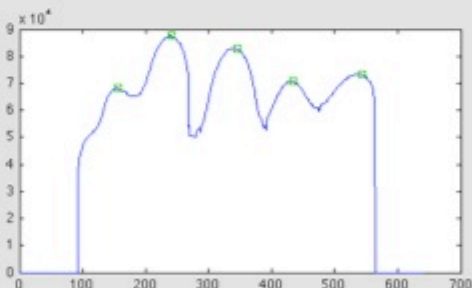


Image Filtering



Finger Detection



Find Missing Fingers

Show Colors

Filtering Parameters

Open: 4 minf1: 10

minf2: 11 gauss1: 12

gauss2: 12 edges: 10

canny_U: 0.9 canny_S: 1

canny_L: 0.5

Load Initial Parameters

Set New Parameters

Fingers Position

	Initial Position	Current Position
Thum	37.7957	79.6381
Forefinger	80.7957	74.6381
Middle finger	102.7957	96.6381
Ring finger	107.7957	104.6381
Pinkie	71.7957	69.6381

Reset Initial Position

Hidden Markov Model: Inactive

Store Sequence Data HMM Training

Propability HMM Clear Data

Run / Single Frame Run / Frame Sequence

Num of HMMs: 1 Num of Videos: 0 Num of Frames: 0 logprob: 0

- débit à 19 fps ;
- localisation successive à 100 % sur 130 images ;
- reconnaissance des doigtés à 97 %.

évaluation



4^{ème} expérimentation

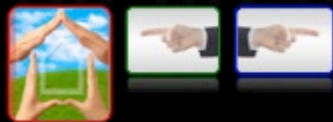
scénario :

- entraînement MMC ;
 - 120 vidéo à 19 fps
- 10 vidéos / geste modélisé ;
- états= appuis ;
- MMG à 3 distributions.

Résultats :

- gestes ayant
 - un niveau stochastique bas
 - facile à reconnaître
- nécessitent
 - petit nombre de vidéos d'entraînement
- gestes ayant
 - un niveau stochastique très haut
 - difficile à reconnaître
- nécessitent
 - grand nombre de vidéos d'entraînement
- reconnaissance PianOrasis à 71 %.

évaluation

4^{ème} expérimentation

<i>geste</i>	<i>gamme ascendante</i>	<i>gamme descendante</i>	<i>arpège ascendant</i>	<i>arpège descendant</i>	<i>tierces ascendantes</i>	<i>tierces descendantes</i>	<i>gestes non classifiés</i>
<i>gamme ascendante</i>	7	0	0	0	2	0	1
<i>gamme descendante</i>	0	8	0	0	0	2	0
<i>arpège ascendant</i>	0	0	10	0	0	0	0
<i>arpège descendant</i>	0	0	0	10	0	0	0
<i>tierces ascendantes</i>	2	0	0	0	6	0	2
<i>tierces descendantes</i>	0	2	0	0	0	5	3
<i>reconnaissance</i>	70%	80%	100%	100%	60%	50%	10%

CONCLUSIONS

conclusions



restrictions et extensions

Caméra

- deux octaves

Capture unimodale de données

- image de la main droite

Reconnaissance partielle

- touches blanches

Caméra

- captage de vision large
- support spécifié

Capture multimodale de données

- VpO en 3D
- signal de son

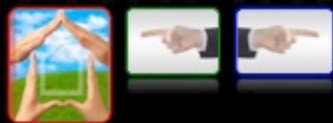
Reconnaissance pleine

- clavier entier

Expression musicale

- Production du son à partir des gestes reconnus, sans instrument

conclusions



conclusions de la méthodologie - PianOrasis

Méthodologie VpO

- aucune analyse a priori
- en « lisant » les gestes musicaux
- Sans intervention sur le geste

PianOrasis

- importation de vidéo
- reconnaissance des doigtés
- reconnaissance des gestes
- entraînement

Accessibilité

- facilement applicable
- coût faible
- utilisation facile

conclusions



originalité

- Méthodologie
 - algorithme de reconnaissance des gestes articulés des doigts ;
 - palmier semi-étendu ;
 - pour chaque doigt ;
 - prévision de localisation du doigt à l'aide de classificateurs.
- PianOrasis
- Modélisation des gestes pianistiques des doigtés à l'aide de Modèles de Markov Cachés continus.



merci