



MEMOIRE

Présenté par

ADJMI AMIRA

Pour l'obtention de diplôme de

MASTER

Filière : Informatique

Spécialité : Systèmes Informatiques Intelligents

Thème

**Conception et Implémentation du système
interactif simplifié du tableau magique**

Soutenu le : 10 /09 / 2023

Devant le Jury composé de :

Qualité	Nom et Prénom	Grade	Université
Président	Mr. Djamel Eddine Touahri	MCB	Chadli Bendjedid El-Tarf
Rapporteur	Mme. Gasmi Ibtissem	MCA	Chadli Bendjedid El-Tarf
Examineur	Mr. Betouil Ali Abdelatif	MCB	Chadli Bendjedid El-Tarf

Année Universitaire : 2022/2023

Remerciements

Avant tout, nous tenons à remercier du fond du coeur Dieu le tout puissant nous a donné l'inspiration la volonté, le courage et la persévérance dans nous étude.

Un grand remerciement à mon encadreur Monsieur <<Touahri Djamel Dine>> d'avoir accepté de diriger ce mémoire et pour ses conseils et orientations avisés.

Je tiens également à remercier le chef de département d'informatique Monsieur Chaouki Chemam.

Avant tout je rends grâce à dieu de m'avoir donné la force et le courage d'achever travail.

Je dédier ce modeste travail à :

Ma chère Mère et Ma soeur Oumaima

Je ne trouverai jamais de mots pour vous exprimer mon profond attachement et ma reconnaissance pour l'amour, la tendresse et surtout pour votre présence dans mes moments le plus difficiles.

*Un grand remerciement mes amis qui mon encouragés Adel,
Et a mon cher ami :Djelti Douaa*

Je dédie ce mémoire

Je dédie ce travail à l'âme de mon père grâce à qui je suis arrivé ici

A MA TRÈS CHÈRE MÈRE : Zohra

Autant de phrases aussi expressives soient-elles ne sauraient montrer le degré d'amour et d'affection que j'éprouve pour toi. Tu m'as comblé avec ta tendresse et affection tout au long de mon parcours. Tu n'as cessé de me soutenir et de m'encourager durant toutes les années de mes études, tu as toujours été présente à mes côtés pour me consoler quand il fallait. En ce jour mémorable, pour moi ainsi que pour toi, reçoit ce travail en signe de ma vive reconnaissance et ma profonde estime. Puisse le tout puissant te donner santé, bonheur et longue vie afin que je puisse te combler à mon tour.

A ma sœur et ma tante et à toute ma grande famille

A Monsieur Touahri pour qu'il m'aider, et à toute la clique de Master2

AMIRA

Table des matières

Remerciements	2
Dédicace	3
Table des matières	4
Liste des figures	8
Liste des tableaux	11
Liste des acronymes	12
Introduction Générale.....	13
1. Contexte du projet et problématique	13
2. Motivations.....	13
3. Objectifs	14
4. Contenu du mémoire	14
Chapitre 1 : Etat de l'Art	15
1. Introduction	15
2. vision par ordinateur.....	15
2.1. Définition.....	15
2.2 Fonctionnement de l'analyse d'une image avec la vision par ordinateur.....	15
2.3. Application de la vision par ordinateur	16
2.3.1 Organisation du contenu :	16
2.3.2 Reconnaissance faciale :	16
2.3.3 Extraction de texte :	16
2.3.4 Réalité augmentée :.....	16
3. La réalité augmentée	16
3.1 Définition.....	16
3.2 Comment fonctionne la réalité augmentée	16
3.3 Application de la réalité augmentée	17
4. Suivi du mouvement.....	19
4.1 Définition.....	19

4.2 Le principe de suivi (Tracking)	19
4.3 Technique de suivi.....	20
4.3.1 suivi par différence d'image :	20
4.3.2 Suivi par modèle de couleur :	21
4.3.3 Suivi par corrélation :.....	22
4.3.4 Suivi par contour actif (Snacke) :	23
5. Détection du mouvement	26
5.1 Introduction :	26
5.2 Détection des doigts :	27
5.2.1 Le filtre de kalman :.....	29
5.3 Détection de la main :	32
6. Conclusion.....	34
Chapitre 2 : Les tableaux interactifs.....	35
1. Introduction	35
2. Tableau Blanc.....	36
2.1. Propriétés du tableau blanc :.....	36
2.2. Inconvénients du tableau blanc :	36
3. Définition d'un tableau blanc interactif.....	36
4. Définition d'un tableau numérique interactif	37
5. Définition de vidéo projecteur.....	37
6. Tableau blanc interactif TBI.....	37
6.1 : Définition :.....	37
6.2 : Les principaux critères de choix des TBI :	37
6.2.1 : Le principe de fonctionnement :	38
6.2.2 : Les caractéristiques du TI :.....	38
6.2.3. Les types de liaison des différents périphériques :	39
6.2.4 : Les principaux logiciels pour TBI :	40
6.3 : Principales fonctionnalités :	42
6.3.1 : Fonctions de base :	42
6.3.2 : Fonctions avancées :	42

6.4 : Les différentes utilisations d'un TI :.....	43
6.5 : Les types des tableaux interactifs :.....	43
6.5.1 : Le tableau conventionnel : Usage et Lacune :	43
7. Les types de tableau interactif :.....	46
7.1 Les tableaux électroniques :.....	46
7.2 : Tableau interactif fixe ou mobile :	48
7.2.1 : Le tableau interactif mobile :.....	49
7.2.2 : Le tableau interactif fixe :.....	50
7.2.3 : Les tableaux tactiles :.....	51
7.2.4 : Les tableaux augmentés :.....	55
7.3 : Tableau magique :	57
8. Installation :.....	59
8.1. Le problème du bruit :	60
8.2. Le problème de la lumière :.....	60
8.3. Le problème de la hauteur de l'écran :	60
9. Les avantages du tableau blanc interactif pour différents domaines :.....	60
9.1 : Les avantages des TBI pour l'enseignement :.....	60
9.2 : Les avantages des TBI pour le secteur industriel :.....	61
9.3 : Les avantages des TBI pour les séminaires :.....	61
9.4: Les autres avantages du TBI :.....	61
10. Les inconvénients du tableau blanc interactif :.....	62
11. Conclusion.....	62
Chapitre 3 : Réalisation et conception.....	63
1. Introduction	63
2. La conception globale de système.....	63
4.1. La conception architecturale :.....	63
4.1.1 La description de l'architecture de système :.....	63
4.2 La conception détaillée du système :.....	64
4.2.1. Sous système d'acquisition :.....	64
4.2.2 Sous système de prétraitement :.....	65

4.2.3 Sous système de reconnaissance :	71
4.2.4 Sous système de suivi :	71
4.2.5 Sous système de trajectoire :	71
4.2.6 Sous système d'affichage :	74
5.Organigramme de système :	75
6. Implémentation.....	76
6.1. Introduction	76
6.2. Technologies utilisées : outils et environnement de développement.....	76
6.2.1 L'environnement matériel :	76
6.2.2 L'environnement logiciel :	76
6.2.3 Implémentation de l'application	77
6.2.4 Fenêtre principale de système :	80
7. Conclusion.....	82
Chapitre 4 : Évaluation et Discussion	83
1. Introduction	83
3. Test & Discussion	83
4. Conclusion.....	84
Conclusion et Perspectives.....	85
Références	86
A. Références Bibliographiques.....	86
B. Références Web (Techniques).....	88

Chapitre 1 :

Figure1. 1:Voiture autonomes.....	17
Figure1. 2: Surveillance de la sécurité	17
Figure1. 3:Reconnaissance d'image et de visage	18
Figure1. 4:Authentification biométrique basée sur la vision	18
Figure1. 5: La médecine et la Réalité augmentée	19
Figure1. 6:différence entre des images successives .Deux images successives (a et b) d'un flux vidéo, et leur différence(c)	20
Figure1. 7:Différence par rapport à une image de référence. Image de référence (a)/ image courante (b)/ image de différence souillée (c). Le cadre pointillée sur l'image de différence représente le rectangle englobant de la plus grand classe de pixels connexes	21
Figure1. 8:constitution du modèle de couleur, par exemple : un cadre défini à la souris, délimite l'ensemble des pixels qui serviront d'exemple pour la constitution du modèle	22
Figure1. 9:suivi par corrélation	23
Figure1. 10:utilisation d'un snacke pour suivre le mouvement des lèvres [kass 87].....	24
Figure1. 11:Initialisation (a) et stabilisation (b) d'un snacke autour d'un doigt.....	24
Figure1. 12:enveloppe de doigt : en bleue les points calculés comme faisant partie de l'enveloppe et en rouge le point central.	25
Figure1. 13:processus de rotation de l'enveloppe de doigt afin de trouver l'orientation pour laquelle la somme des gradients en chaque point est maximale.	25
Figure1. 14:Exemple de la détection de mouvement avec la séquence (Cube de Rubik).....	27
Figure1. 15:Détection du poignet.....	28
Figure1. 16:Initialisation du suivi de doigt	28
Figure1. 17:Recherche par corrélation	29
Figure1. 18:carte de corrélation.....	29
Figure1. 19:afficher les détections	30
Figure1. 20:afficher Trajectoire	31
Figure1. 21:le cycle du filtre de Kalman.....	32
Figure1. 22:Organigramme de la segmentation de la main.....	33
Figure1. 23:extraction des pixels	34

Chapitre 2 :

Figure2. 1:TI avec projection avant	39
---	----

Figure2..2:TI avec projection intégré	39
Figure2. 3:Liaison	40
Figure2. 4:classe collaborative	41
Figure2. 5:utilisation du tableau en contexte professionnel	44
Figure2. 6:le LiveBoard en cours d'utilisation au cours d'une session de réflexion de groupe..	47
Figure2. 7:Tableau Interwrite Board.....	48
Figure2. 8:Tableau interactif mobile eBeam Edge.....	49
Figure2. 9:tableau interactif mobile	50
Figure2. 10:Le tableau Tivoli.....	50
Figure2. 11:En mode interprétation de geste, la courbe exprime une demande de.....	51
Figure2. 12:Le SmartBoard, un tableau tactile.....	51
Figure2. 13:Le SmartBoard est un logiciel d'aide à la réflexion de groupe. A droite, un bandeau de sauvgardes du tableau mises au format timbre-poste	53
Figure2. 14:Segments pour réduire la taille	53
Figure2. 15:Le Panaboard. Au bas de la surface, l'imprimante intégrée.....	55
Figure2. 16:Le dispositif du Mimio.	55
Figure2. 17:BrightBoard en utilisation.....	56
Figure2. 18:Le système de BrainStorm (a) phase de génération d'idées avec écran de projection et sans fil clavier(b) sélection d'un élément sur le mur(c) déplacement de l'élément et (d) désélectionner l'élément.....	57
Figure2. 19:L'appareillage du Tableau Magique	58
Figure2. 20:(a) sélection des doigts.....	58
Figure2. 21: (b) copie de la figure sélectionnée	59
Figure2. 22:(c).....	59
Figure2. 23:(d).....	59

Chapitre 3 :

Figure3. 1:Diagramme de structure.....	63
Figure3. 2:Illustration du processus de détection de peau.....	66
Figure3. 3: Résultat de la différence d'images.....	68
Figure3. 4:l'image(A) en composantes connexes et l'image(b) détermine la boîte englobant le plus grand objet.	69
Figure3. 5:La boîte englobante et le centre de gravité	70
Figure3. 6: centre de gravité de la main	70
Figure3. 7:Bout du doigt	71
Figure3. 8:Tracer la trajectoire.....	72

Figure3. 9:Forme rectangle	72
Figure3. 10:Forme cercle	72
Figure3. 11:forme générale de l'ellipse.....	73
Figure3. 12:Forme ellipse	74
Figure3. 13:Le menu à incrustée.....	75
Figure3. 14:organigramme de système	75
Figure3. 15:fenêtre principale	77
Figure3. 16: VS code de fichier App.....	78
Figure3. 17:fenêtre principale de système.....	80
Figure3. 18:Suivi de dogit.....	81

Liste des tableaux

Tableau 1 : Caractéristiques techniques des outils utilisés.	76
Tableau 2:Résultat du test de la détection	83

Liste des acronymes

AR	Réalité augmenté
VA	Vision artificielle
TB	Tableau Blanc
TBI	Tableau blanc interactif
RVB	Rouge, Vert, Bleue.
RCM	Rigid contour model
Unoardmate CC	Unoardmate creative classrom

Introduction Générale

Aujourd'hui ; dans les interactions HM, les utilisateurs doivent pouvoir utiliser les éléments suivants comme périphériques d'entrée et de sortie et évoluer sans lien dans des environnements naturels. doigts, mains, visage. Ces nouvelles formes d'interaction nécessitent principalement de capturer le comportement observable de l'utilisateur et de son environnement. Celles-ci sont basées sur des techniques de perception artificielle, en particulier la vision par ordinateur.

L'interaction et la communication entre les humains et les machines dans l'espace de travail se font à travers les outils et les moyens que les machines fournissent pour effectuer des tâches.

1. Contexte du projet et problématique

La vision par ordinateur est une branche de l'intelligence artificielle dont le but est d'aider les machines à comprendre ce qu'elles « voient » lorsqu'elles sont connectées à une ou plusieurs caméras.

La réalité augmentée (AR) est un domaine jeune qui utilise spécifiquement la vision par ordinateur. Elle est au carrefour de plusieurs domaines. Leur objectif est de fusionner le réel et le virtuel en même temps. La réalité correspond à une scène concrète dans un environnement particulier que l'on souhaite compléter par des informations informatiques. Le virtuel correspond à une scène synthétique générée par ordinateur ou à une autre scène réelle préenregistrée. L'augmentation réside dans leur mixage intelligent et en temps réel.

Le tableau interactif est un outil de présentation d'entreprise utilisé en milieu scolaire. Il s'agit d'un outil qui permet une manipulation directe du contenu projeté, généralement via une surface tactile et parfois avec un stylet lumineux. Un tableau interactif est un système de réalité augmentée qui permet de retrouver au même endroit des informations physiques (écriture au stylo) et des informations virtuelles (documents numériques projetés).

Le but du suivi de mouvement est de localiser une ou plusieurs cibles dans une vidéo. Cette correspondance spatio-temporelle de séquences d'images peut être utilisée à diverses fins. Cela permet la détection des paramètres de mouvement et de déplacement dans le temps, et peut également déterminer ou prédire la trajectoire des objets en mouvement.

2. Motivations

Cela signifie que vous développerez un logiciel qui suivra les mouvements de vos mains sur la planche. J'ai besoin d'intégrer un menu contextuel dans un tableau à la demande de l'utilisateur.

Le système doit alors reconnaître la position de l'aiguille au-dessus de l'un des symboles affichés et interpréter les commandes correspondantes.

3. Objectifs

Le but de notre application est de développer un logiciel qui suit les mouvements de la main sur une planche et modélise la trajectoire avec des formes géométriques simples (rectangles, cercles, ellipses, etc.). Cette forme entoure la zone sélectionnée sur le tableau.

4. Contenu du mémoire

Notre mémoire est composé de quatre chapitres :

Chapitre1 : On définit la vision par ordinateur ainsi que la réalité augmentée et son domaine d'application et on termine par le suivi du mouvement .il est décomposé en deux parties :

La première partie contient des généralités sur la détection.

La deuxième partie présente des notions liées aux mouvements, ainsi que les différentes techniques utilisées pour le suivi du mouvement.

Chapitre2 : les tableaux interactifs : Il présente les concepts de base associés aux tableaux blancs interactifs et leurs différents types, et fournit quelques exemples de tableaux blancs interactifs.

Chapitre 3 : Conception et réalisation : comprend les conceptions globale et détaillée du système. Nous présentons l'objectif de notre application, ainsi que les différents algorithmes et les méthodes implémentées. Et nous parlons aussi de l'environnement de travail et l'interface de logiciel on a dire l'implémentation du système

Chapitre 4 : Test et discussion : dans ce chapitre nous avons testé notre système après on parle que ce que je observé et aussi on parle aux les problèmes.

Et enfin, on termine par une conclusion et quelques perspectives

1. Introduction

L'un des buts de la vision par ordinateur et d'améliorer l'interaction homme-machine, c'est pour ça les chercheurs s'orientent vers l'intégration du monde informatique à travers la vision par ordinateur, ce qui implique l'élimination de l'indépendance entre le monde réel et le monde électronique. On parle alors de réalité augmentée.

La vision par ordinateur offrent une stratégie pour la détection et suivi des objets en mouvement et d'analyser leur déplacement

Ce chapitre consiste à donner une vue globale sur la vision par ordinateur et la réalité augmentée et la détection de suivi des objets mobiles dans une vidéo qui à étudier les différentes techniques de suivi utilisées

2. vision par ordinateur

2.1. Définition

C'est une technique d'intelligence artificielle permettant d'analyser des images captées par un équipement comme une caméra

La vision par ordinateur basé sur l'IA qui a capable de comprendre l'image, et de traiter les informations résultantes.

La vision par ordinateur se traduit par « vision artificielle » ou encore « vision numérique »

2.2 Fonctionnement de l'analyse d'une image avec la vision par ordinateur

- Un appareil capturer une image cette appareil peut être un appareil photo mais il peut s'agir d'une caméra vidéo ou bien appareil d'imagerie médical (scanner)
- Après l'image envoyée à un appareil de la traduction. Le dispositif utilise la reconnaissance pour segmenter l'image après ça, il compare les motifs avec une bibliothèque de motifs connus et montrer que le motif est correspond
- L'utilisateur demande des informations spécifiques sur une image et l'appareil d'interprétation donnée les informations demandées à partir de leur analyse de l'image

2.3. Application de la vision par ordinateur

2.3.1 Organisation du contenu :

On peut utiliser la vision par ordinateur pour identifier les personnes et les objets et les organiser à partir de cette identification.

Cette application plus utilisée pour stocker les images et les réseaux sociaux.

2.3.2 Reconnaissance faciale :

Grâce à l'IA, les caméras sont en mesure de distinguer et de **reconnaître les visages**. Les algorithmes détectent les caractéristiques faciales dans les images, et les comparent avec des bases de données regroupant de nombreux visages.

2.3.3 Extraction de texte :

On utilise la reconnaissance optique pour renforcer la détectabilité du contenu des informations dans un grand texte et aussi pour traiter les documents.

2.3.4 Réalité augmentée :

La réalité augmentée consiste à intégrer du contenu graphique dans des vues du monde réel.

La notion de réalité augmentée désigne les systèmes qui se dirigent vers la superposition d'un virtuel modèle 3D et 2D.

Le concept vise donc à terminer notre perception du monde réel.

3. La réalité augmentée

3.1 Définition

La réalité augmentée est une technologie d'affichage visuel qui consiste à superposer un certain nombre d'information virtuelle en temps réel sur notre réalité perçue.

La réalité augmentée(AR) vise à ajouter un élément virtuel au monde qui nous entoure, offrant aux utilisateurs la possibilité de s'immerger dans cet environnement hybride.

3.2 Comment fonctionne la réalité augmentée

C'est une combinaison entre deux technologies : la vision par ordinateur et les moteurs graphiques.

Moteur graphique :

Est responsable du rendu du contenu qui affiche la réalité augmentée et que la vision par ordinateur garantit que le contenu augmentée est correctement positionnée dans la scène.

Vision artificielle :

Il existe de nombreuses sortes de techniques de vision artificielle appliquée à la réalité augmentée, principalement appelées.

La réalité augmentée a un large éventail d'applications. Il peut être utilisé dans le secteur de l'éducation pour rendre l'expérience d'apprentissage plus immersive. De plus, le secteur de la santé peut utiliser la technologie de diverses manières. Il a ouvert de nombreuses nouvelles possibilités pour l'inspection d'images médicales ou la reconnaissance d'images. La réalité augmentée (AR) semble être la nouvelle technologie la plus en vogue et elle prend d'assaut l'industrie de la mode.

3.3 Application de la réalité augmentée

Voitures autonomes : La vision par ordinateur est l'une des façons dont les voitures autonomes peuvent donner un sens à leur environnement. Les photos prises sous différents angles sont transmises au logiciel. Ensuite, il traite les images pour connaître la situation en temps réel de la route. Toutes les nouvelles voitures Tesla sont équipées du mode pilote automatique. (Figure1.1)

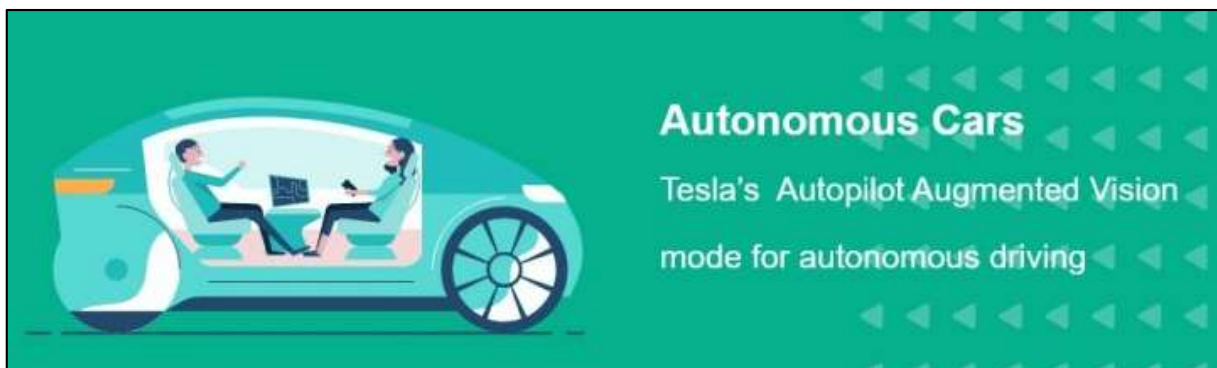


Figure1.1:Voiture autonomes

Surveillance de la sécurité : Imaginez, si votre caméra CCTV vous avertit si quelque chose d'inhabituel se produit. Par exemple, si quelque chose prend feu ou qu'un étranger se cache dans la maison, vous recevez une alerte instantanée et évitez une situation défavorable. C'est la merveille de la vision par ordinateur. (Figure1.2)



Figure1. 2: Surveillance de la sécurité

Reconnaissance d'image et de visage : Le rôle de la vision par ordinateur dans les applications de reconnaissance faciale est essentiel. Cette technologie permet aux ordinateurs de faire correspondre les images des visages des personnes à leur identité. Les algorithmes détectent les traits du visage dans les images et les comparent à sa base de données de profils de visage.(Figure1.3)



Figure1.3:Reconnaissance d'image et de visage

Authentification biométrique basée sur la vision : Voici l'une des plus grandes applications de la vision par ordinateur et de la reconnaissance faciale alimentée par l'IA. Les employés se connectent virtuellement sur l'espace de travail à distance. La rétine biologique unique de l'utilisateur est utilisée pour vérifier l'identité.(Figure1.4)

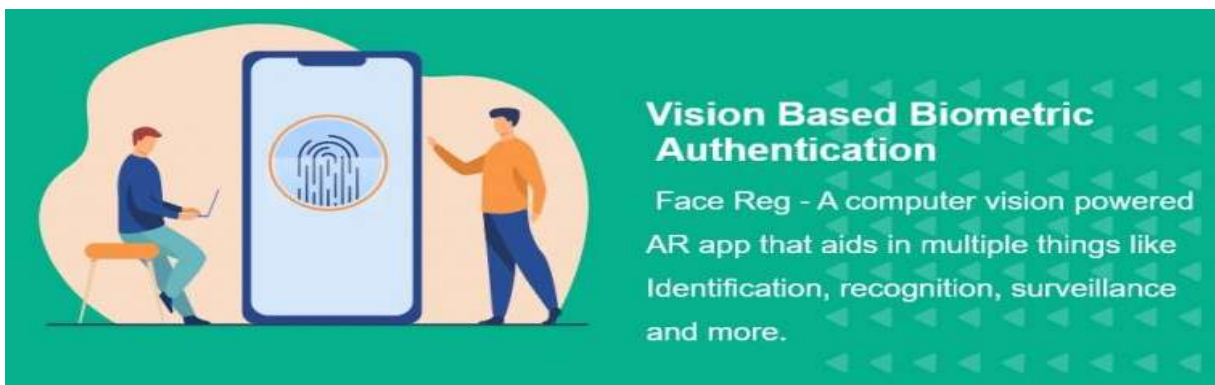


Figure1. 4:Authentification biométrique basée sur la vision

La médecine : La médecine est l'un des domaines les plus investis par la RA. L'idée principale consiste à produire, en temps réel, un ensemble de données sous forme d'images 3-D, représentant une partie invisible du patient, sans avoir à faire d'incision(Figure1.5) [11]



Figure1. 5: La médecine et la Réalité augmentée

4. Suivi du mouvement

4.1 Définition

Le suivi c'est une opération pour positionner un objet en mouvement en temps réel utilisant un appareil. Un algorithme calcul sommaire les photogrammes depuis la vidéo cassette et localise les cibles comme cour au-dessus le vidéo disque.

4.2 Le principe de suivi (Tracking)

Le suivi d'entité est à plusieurs étapes dont la nature et le nombre dépendent des mises en œuvre applicatives.

- **La mesure** : consiste à mesurer une propriété donnée de l'image de façon à mettre la cible en évidence.
- **L'observation** : consiste à faire une hypothèse sur la position de la cible selon la mesure fournie précédemment.
- **La validation** : définir la validité de position à partir de l'étape d'observation. Elle s'appuyer sur des connaissances externes de l'image mais spécialiser de l'application ou bien sur la valeur devrait.
- **L'estimation** : faire une mise à jour d'estimation de la position qui à sauvegarder à partir le processus de suivi. Il s'effectue à partir de l'étape d'observation si-celle-ci est validée.
- **La prédiction** : calcule la position la plus probable de la cible cette étape utilise une connaissance externes à l'image sur la cible et ces déplacements.[12]

4.3 Technique de suivi

4.3.1 suivi par différence d'image :

Le suivi par différence d'image s'appuie sur la stabilité statique des pixels. Ça signifie que la valeur des pixels du flux est constante si toutes les conditions lumineuses de la scène et toutes les entités sont fixes.[2]

Autrement dans les conditions suivantes :

Si certains pixels ne sont pas constants entre les différentes images du flux, c'est qu'ils représentent une entité en mouvement.(Figure1.6) Deux images successives (a et b) d'un flux vidéo, et leur différence(c)

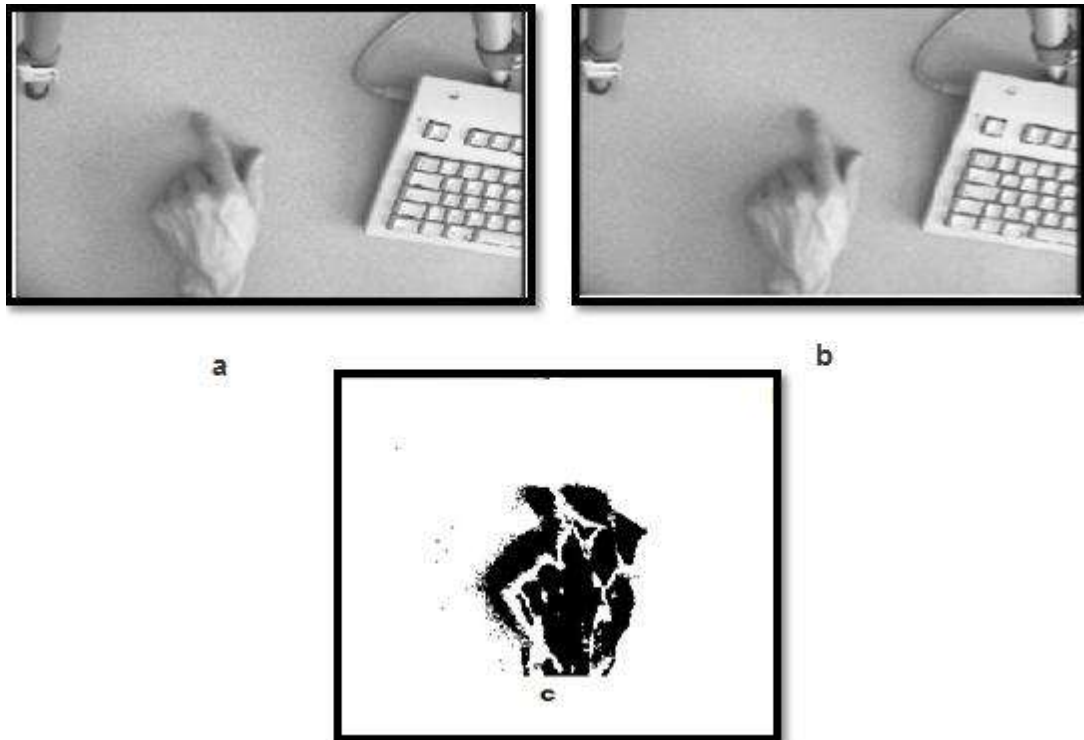


Figure1. 6:différence entre des images successives .

Dans l'image de différence, les points sont d'autant plus sombres que l'intensité lumineuse a varié entre les deux images

On instant donnée que il y a une seule entité en mouvement donc va traduire lorsque se déplace cette entité à l'emplacement des pixels qui à changer sa valeur.(Figure1.7) : Image de référence (a)/ image courante (b)/ image de différence souillée (c). Le cadre pointillée sur l'image de différence représente le rectangle englobant de la plus grand classe de pixels connexes

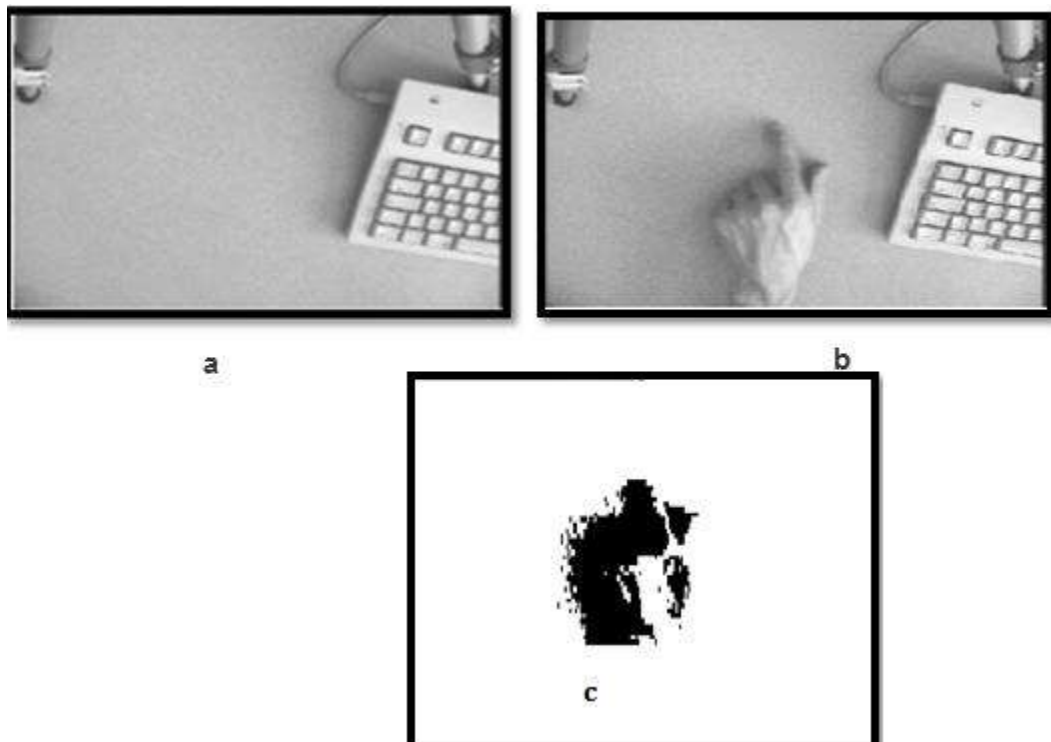


Figure1. 7:Différence par rapport à une image de référence.

Le suivi par différence d'image nécessite cependant l'ajout contrôlé de contraintes sur l'environnement :

1. La caméra doit être fixe
2. Il ne peut pas avoir qu'une seule entité en mouvement
3. Les conditions lumineuses de la scène ne doivent pas varier

Cette technique de suivi est applicable dans le cas où une interaction en environnement contrôlé est acceptable.

4.3.2 Suivi par modèle de couleur :

Le principe du suivi par modèle de couleur consiste à détecter dans l'image les pixels dont la couleur est proche de celle de la cible.

Une couleur peut être modélisée par un triplet de valeur RVB qui représente l'intensité lumineuse de la couleur dans les trois bandes de fréquence : Rouge, Vert, Bleue.

Connaissant la valeur RVB de la couleur de la cible, les pixels de l'image dont la valeur à ce triplet sont considérés comme appartenant à la cible.

Cette technique suppose que les entités non pertinentes de la scène sont supposées de couleur différente de celle de la cible.[2]

Nous utilisons cette technique pour le suivi de visage ou des mains qui sont de couleur de peau.

La représentation RVB permet de représenter toutes les apparences d'un pixel dans une image, et notamment une même teinte selon différents niveaux de luminosité. par exemple : un cadre défini à la souris, délimite l'ensemble des pixels qui serviront d'exemple pour la constitution du modèle(Figure1.8)



Figure1. 8:constitution du modèle de couleur

Le suivi par modèle de couleur présente des avantages sur le suivi par différence d'image. Ces avantages traduisent par une réduction des contraintes sur l'environnement :

- La caméra n'est pas nécessairement fixe
- Plusieurs entités en mouvement peuvent être présentes dans le champ de la caméra
- La considération de la teinte permet de s'affranchir des problèmes de luminosité

Le suivi par modèle de couleur présente aussi :

- Les informations de position n'est pas stable
- Obligatoirement de construire le modèle de couleur par l'exemple

Quand ils étudiées les techniques de suivi jusqu'à maintenant, la différence d'image et de leur modèle de couleur doit être localisé qu'une position de l'entité suivie

- Elles ne sont pas applicables
- Elles conviennent aux applications qui ne dépendent pas sur une position précise et stable

4.3.3 Suivi par corrélation :

Le suivi par corrélation consiste à sauvegarder l'apparence de la cible dans une phase d'initialisation. Dans ce cas l'ensemble de pixels ainsi mémorisés est appelé **motif**.

Le suivi recherche la partie de l'image la plus ressemblante au motif.

On général le principe est que la position du motif dans une nouvelle image s'exécute par un parcours de toutes les sous parties de l'image du même taille que le motif.(Figure1.9)[2]

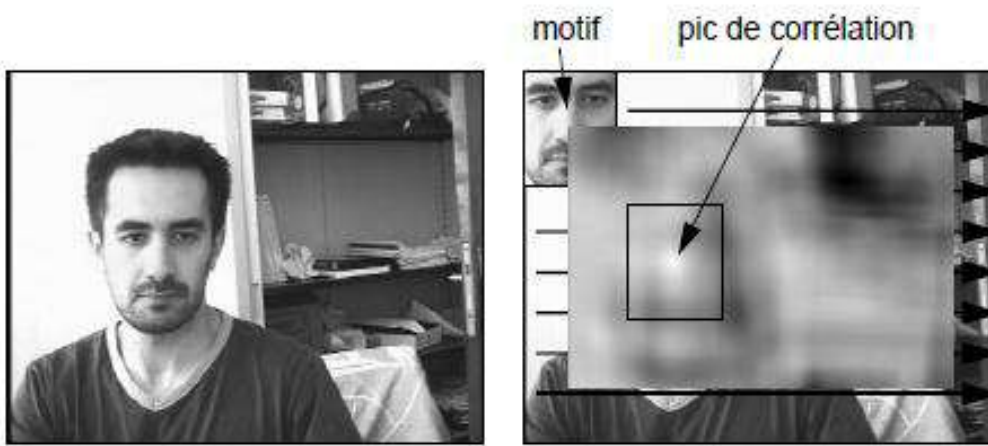


Figure1.9:suivi par corrélatio

La comparaison du motif d'une image en tout lieu est par un parcours systématique. Les flèches indiquent les sens de ce parcours. Les points de la carte de corrélation sont d'autant plus clairs que le motif est similaire à l'image en ce lieu. Le pic de corrélation est élu comme position de la cible dans l'image.

Les trois techniques de suivi d'objets : suivi par différence d'images, par modèle de couleur et par corrélation ont en commun une complexité de calcul faible qui autorise un traitement de temps réel du flux vidéo. Toutes ces techniques sont limitées par :

- L'instabilité de l'information extraite
- Le manque de précision
- L'application restreinte à certaines formes de mouvements de la cible

4.3.4 Suivi par contour actif (Snack) :

Les contours actifs sont des courbes paramétriques, ils sont déformés selon des affectations de forces externes et internes utilisées pour le suivi et leur énergie est définie par une énergie externe provenant de l'image 2D.

Cette technique possède deux paramètres :

- La première règle l'élasticité de la courbe
- Le second sa flexibilité

Ces paramètres dépendent la position de la courbe

Le développement du courbe se fait à partir de minimiser la fonction de son énergie totale.
(Figure 1.10)

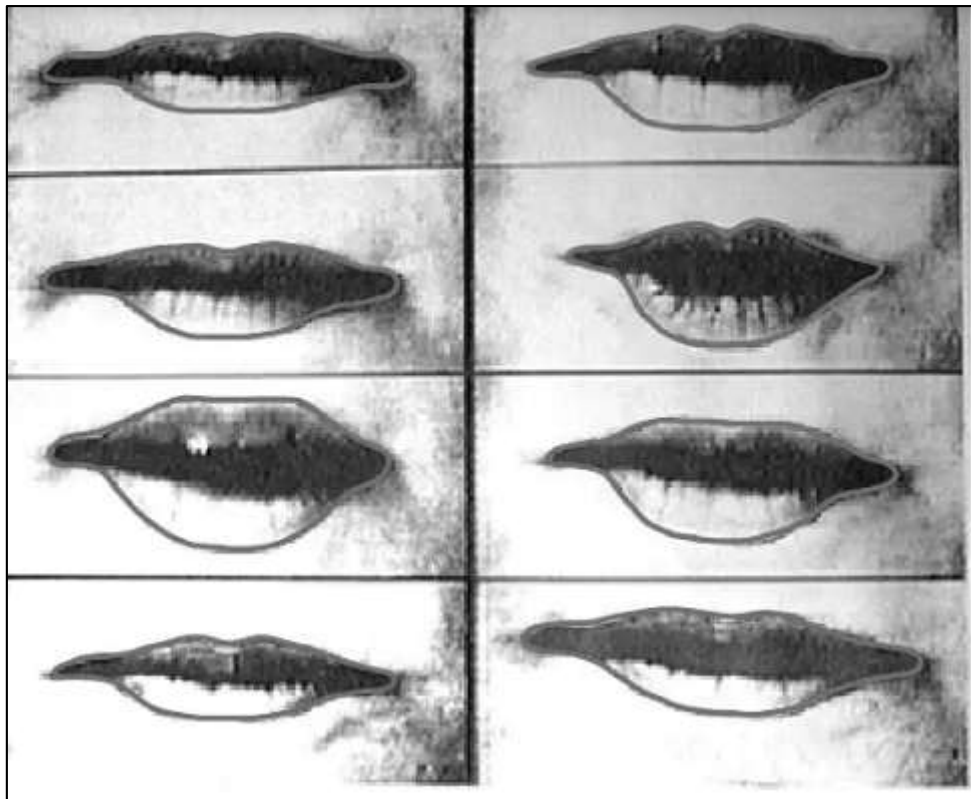


Figure1. 10:utilisation d'un snake pour suivre le mouvement des lèvres [kass 87]

Comme le montre la figure, le principe consiste à placer dans l'image un snake qui 'se colle' au contour de la cible. Une énergie lui est associée, fonction de sa déformation et de sa position dans l'image. Le snake cherche en permanence à minimiser cette énergie. Celle-ci est modélisée de telle manière que le comportement résultant est une suite de déplacements et de déformations jusqu'à ce que le snake se stabilise sur un minimum local de son énergie qui correspond alors à la forme de l'objet suivi.(Figure1.11)[10]

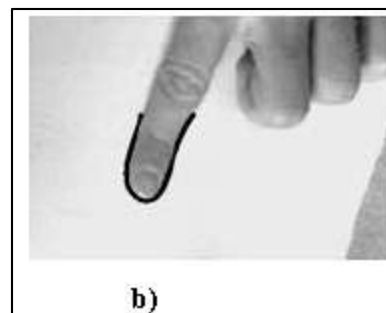
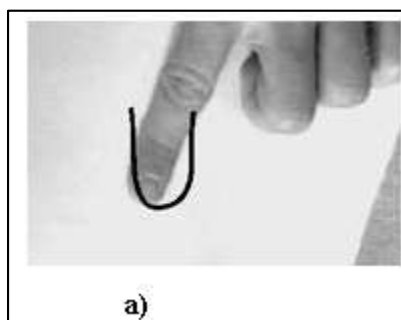


Figure1.11:Initialisation (a) et stabilisation

(b) d'un snake

autour d'un doigt

Le RCM utilise un principe similaire au suivi par contour actif la démarche est basée sur l'idée d'un suivi du doigt par rapport à ses forme caractéristiques.

Principe de suivi :

Pour le suivi par RCM nous définissons une enveloppe. Celle-ci est complètement fixe et un nombre de points non contigus la définissent. Ces points retenus se situent sur le contour de doigt comme (Figure1.12 : en bleue partie de l'enveloppe et en les points calculés comme faisant rouge le point central). [10]

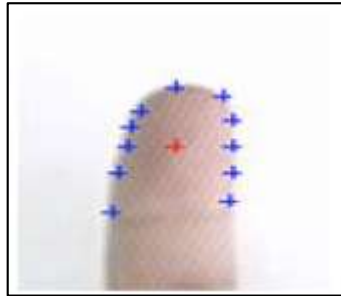


Figure1. 12:enveloppe de doigt

Ce modèle est constitué dans ensemble de points attachés à la cible et d'un point central comme sur la figure

Pour trouver la position et l'orientation du doigt dans l'image une nouvelle image acquise par le système on peut appliquer la formule de présence d'une cible à chaque position possible de la cible comme la figure suivante.(Figure1.13 :c'est afin de trouver l'orientation pour laquelle la somme des gradients en chaque point est maximale)

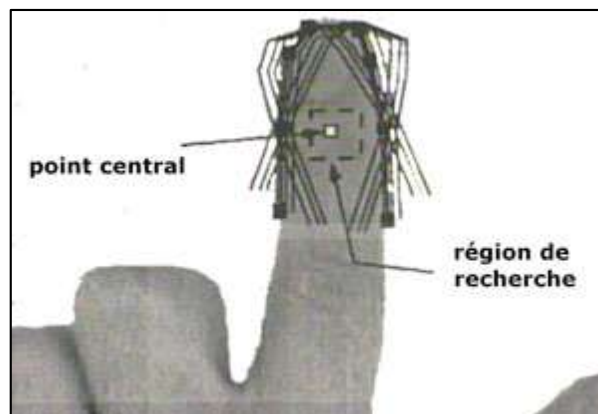


Figure1. 13:processus de rotation de l'enveloppe de doigt

Algorithme pour trouver la position du doigt à l'intérieur d'une zone de recherche :

```
/*initialisation*/
```

```
GRAD=0 ;
```

```
GRADMAX=0 ;
```

```
POSMAX=(0,0) ;
```

```
/*calcul de la position actuelle du doigt*/
```

```
Pour chaque point de la zone de recherche (x,y)
```

```
Placer le point centrale de l'enveloppe en (x,y)
```

```
Pour chaque angle de rotation (A) compris entre 0 et 360 degré
```

```
Faire subir une rotation de (A) de degré de l'enveloppe
```

```
Par rapport au centre de rotation (x,y)
```

```
Pour chaque point (A,B) de l'enveloppe
```

```
GRAD+=GRAD+GRADIENT (A,B)
```

```
Si (GRAD>GRADMAX) {GRADMAX=GRAD ;
```

```
POSMAX=(x,y) ;
```

```
GRAD=0 ;
```

5. Détection du mouvement

5.1 Introduction :

La détection de mouvement dans une image ou bien vidéo a comme objectif de trouver les pixels qui changent de position au cours du temps.

Cette détection se compose à des associations du chaque pixel une étiquette binaire pour modéliser le changement (valeur1) ou bien le non changement (valeur0).

Alors la détection du mouvement est une carte binaire qui contient des valeurs 0 et 1.

Ils peuvent être utilisés pour identifier la présence ou l'absence de mouvement.[W1]

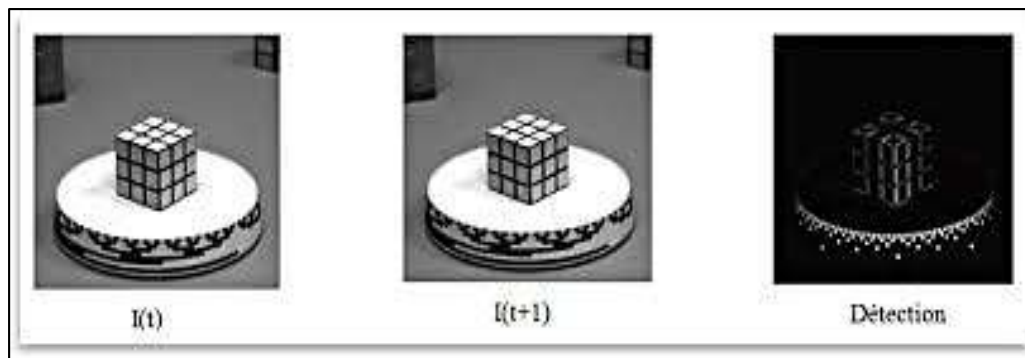


Figure1. 14:Exemple de la détection de mouvement avec la séquence (Cube de Rubik)

La figure(1.14) représente la séquence cube de Rubik (de taille 240* 256 pixels) qui est constituée d'un cube placé au centre d'un plateau circulaire et qui tourne sur lui-même avec une vitesse constante

Donc, dans la figure les zones qui a un couleur blanches représentent le mouvement c'est-à-dire le déplacement des objets dans la scène.

Cette détection n'est pas toujours possible à cause des obstacles comme les suivantes :

- La variation de la luminosité et les conditions d'éclairage
- Bruit dans l'image
- Variabilité de la structure des objets de la scène
- Les zones homogènes

Par conséquent, la détection de l'intensité et l'éclairement de la scène

Un autre contrainte est que le capteur soit immobile ça c'est la première étape dans plusieurs domaines d'application comme :

- La segmentation
- L'interprétation des séquences
- Le suivi d'objet
- La vidéo surveillance

5.2 Détection des doigts :

D'après Siomon Conseil : les bouts des doigts sont des points caractéristiques très utilisés pour le suivi de la main et la reconnaissance de gestes- ils ont l'avantage d'être facilement détectable avec une complexité de calcul relativement limitée.

Ces points sont les points de contour qui se trouvent aux extrémités de la région de la main on peut trouver ces points en calculant pour chaque point du contour P_i , la distance euclidienne $d(i)$ par rapport au centre de gravité G correspondant à la main elle représente avec cette formule [13]

$$V_i \in [1, N], d(i) = D_{\text{eucl}}(G, P_i) = \sqrt{(X_G - X_i)^2 + (Y_G - Y_i)^2}$$

Les maximums locaux de la courbe de distance obtenue correspondant aux bouts des doigts, et le minimum locaux correspondant aux creux. Comme cette exemple de (Figure1.15)

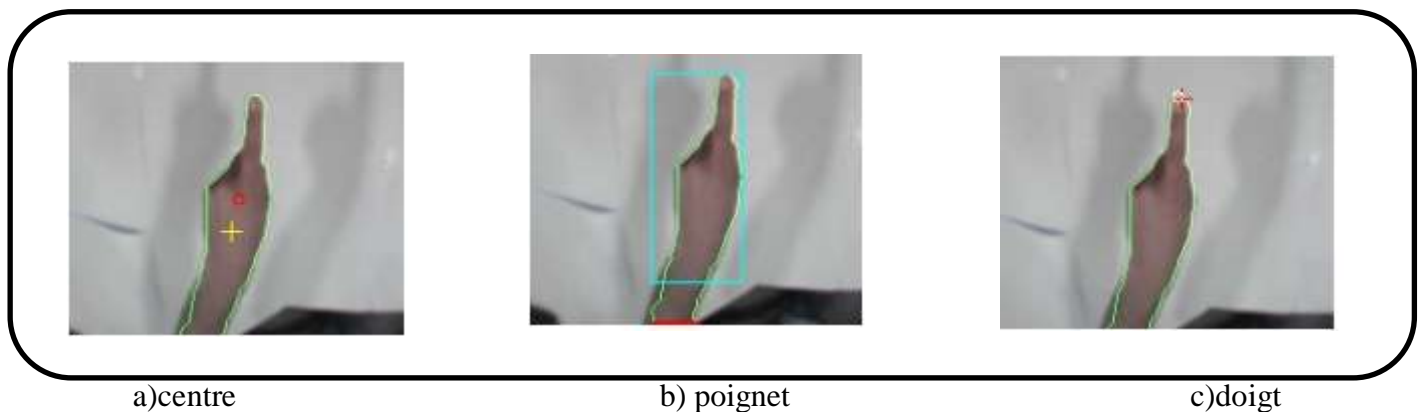


Figure1. 15:Détection du poignet

On va étudier la technique de détection par corrélation qui a été retenue pour l'implémentation du suivi de doigt

La détection par corrélation est la solution la plus naturelle au problème de la recherche d'un objet dans une image

Le principe du suivi commence par une phase d'initialisation qui on effectue le choix du motif à suivre. La figure(1.16) suivante montre un exemple de motif

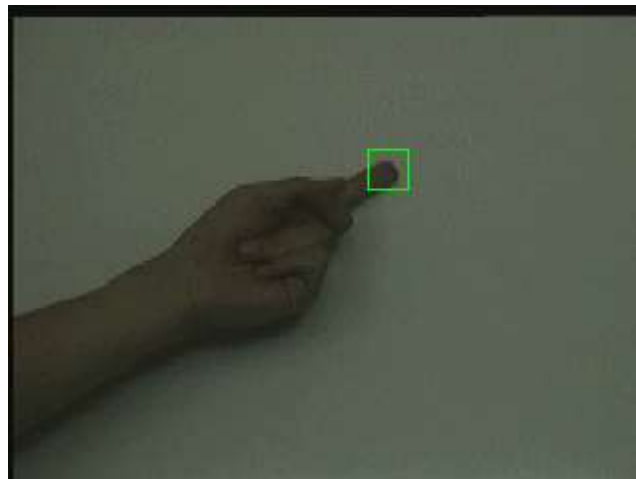


Figure1. 16:Initialisation du suivi de doigt

Quand je choisi le motif, le processus de localisation peut commencer. Il déterminée la zone de recherche à partir de la position précédente du motif. Après le motif recherché c'est-à-dire la mesure de similarité est calculée pour chacune des positions que le motif peut prendre dans cette zone

La figure(1.17) suivant illustre ce processus :

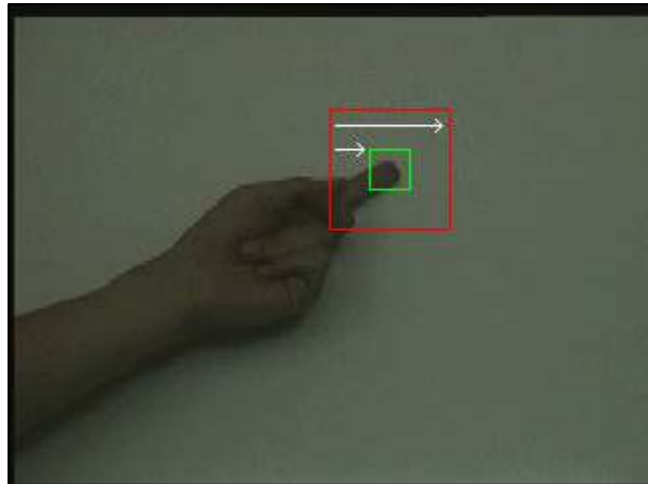


Figure1. 17:Recherche par corrélation

A partir de cette recherche, on déduit une carte de corrélation qui représente les résultats du calcul des mesures de similarité

La figure(1.18) suivante représente la carte de corrélation :



Figure1. 18:carte de corrélation

Quand je voie dans la figure montre que, plus le pixel n'est blanc, plus la valeur de similarité n'est bonne.

On déterminée la position du motif à partir de la meilleure valeur de similarité.

5.2.1 Le filtre de kalman :

Le filtre de kalman est un algorithme qui permet d'estimer l'état d'un système à partir des données mesurées. Du nom de son créateur Rudolph.E.Kalman, mathématicien américain né en 1930 a été présenté en 1960. L'algorithme de filtre est un processus en deux étapes : la première étape consiste à prédire l'état du système et la seconde utilise les mesures bruitées pour affiner l'estimation.

Dans les applications de vision par ordinateur, les filtres de Kalman utilisées pour le suivi d'objets afin de prédire la future position d'un objet.[W3]

Le filtre de kalman a de nombreuses utilisations, y compris des applications dans le contrôle, la navigation, la vision par ordinateur et l'économétrie des séries chronologiques. Cet exemple illustre comment utiliser le filtre de Kalman pour le suivi d'objets et se concentre sur trois fonctionnalités importantes :

- Prédiction de l'emplacement future de l'objet
- Réduction du bruit introduit par des détections imprécises
- Faciliter le processus d'association de plusieurs objets à leurs pistes

Défis du suivi d'objets :

Avant de montrer l'utilisation du filtre de Kalman, examinons d'abord les défis du suivi d'un objet dans une vidéo. La vidéo suivante montre une balle verte se déplacer de gauche à droite sur le sol.(Figure1.19)



Figure1. 19:afficher les détections

La région blanche au-dessus de la balle met en évidence les pixels détectés à l'aide de vision. Détecteur de premier plan, qui sépare les objets en mouvement de l'arrière-plan. La soustraction de fond ne trouve qu'une partie de la balle en raison du faible contraste entre la balle et le sol. En d'autres termes, le processus de détection n'est pas idéal et introduit du bruit.

Pour visualiser facilement la trajectoire complète de l'objet, nous superposons toutes les images vidéo sur une seule image. Les marques « + » indiquent les centroïdes calculés à l'aide de l'analyse blob.(Figure1.20)

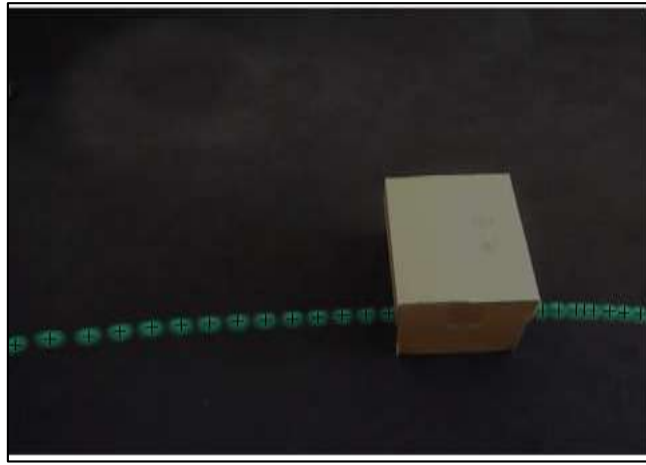


Figure1. 20:afficher Trajectoire

Deux problèmes peuvent être observés :

- Le centre de la région est généralement différent du centre de la balle. En d'autre terme, il y a une erreur dans la mesure de l'emplacement de la balle.
- L'emplacement de la balle n'est pas disponible lorsqu'elle est occluse par la boîte, c'est-à-dire que la mesure est manquante.
- Ces deux défis peuvent être résolus en utilisant le filtre de Kalman

Suivre un objet unique à l'aide de filtre de Kalman :

A l'aide de la vidéo vue précédemment, la fonction « track single object » vous montre comment :

1. Créer vision .Kalman filtre en utilisant configureKalmanFiltre.
2. Utiliser des méthodes de prédiction et de correction dans une séquence pour éliminer le bruit présent dans le système de suivi
3. Utiliser la méthode de prédiction par elle-même pour estimer l'emplacement de la balle lorsqu'elle est occluse par la boîte.
 - La sélection des paramètres de filtre de Kalman peut être difficile.
 - La fonction configureKalmanFiltre permet de simplifier ce problème.
 - Il existe deux scénarios distincts auxquels le filtre Kalman répond

Lorsque la balle est détectée, le filtre Kalman prédit d'abord son état à l'image vidéo actuelle, puis utilise l'emplacement de l'objet nouvellement détecté pour corriger son état. Cela produit un emplacement filtré.

Lorsque la balle est manquante, le filtre de Kalman s'appuie uniquement sur son état précédent pour prédire l'emplacement actuel de la balle

Vous pouvez voir la trajectoire de la balle en superposant toutes les images vidéo.

De ce fait, le filtre de Kalman ressemble finalement à un filtre prédicteur-correcteur pour la résolution des problèmes numériques(Figure 1.21)

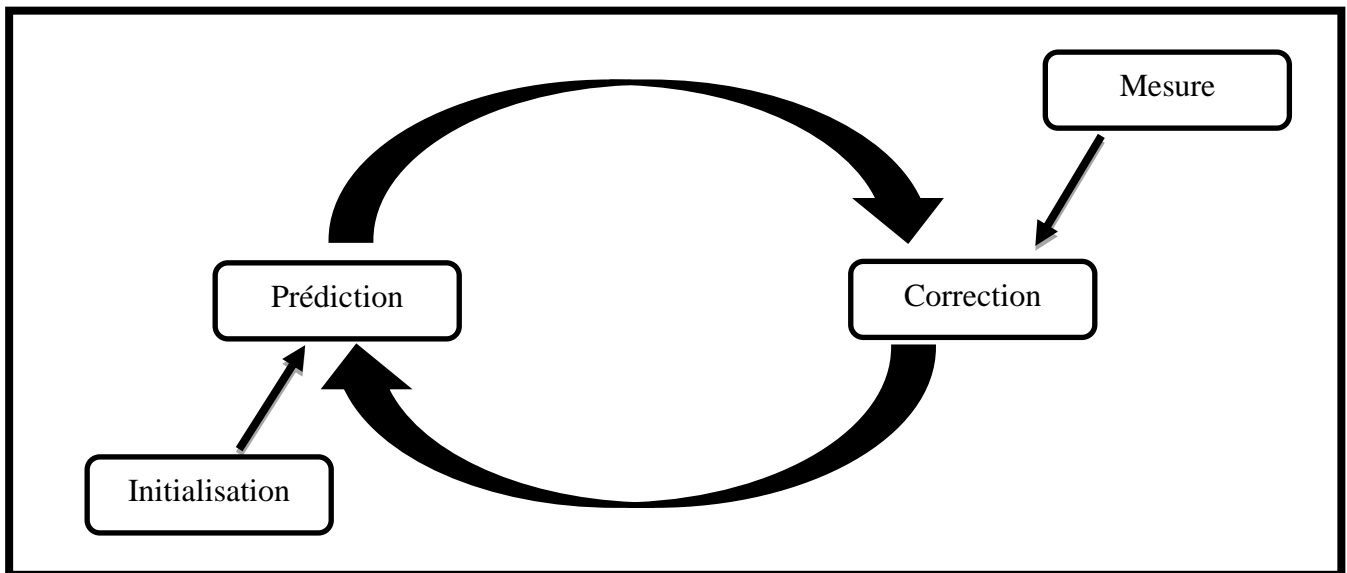
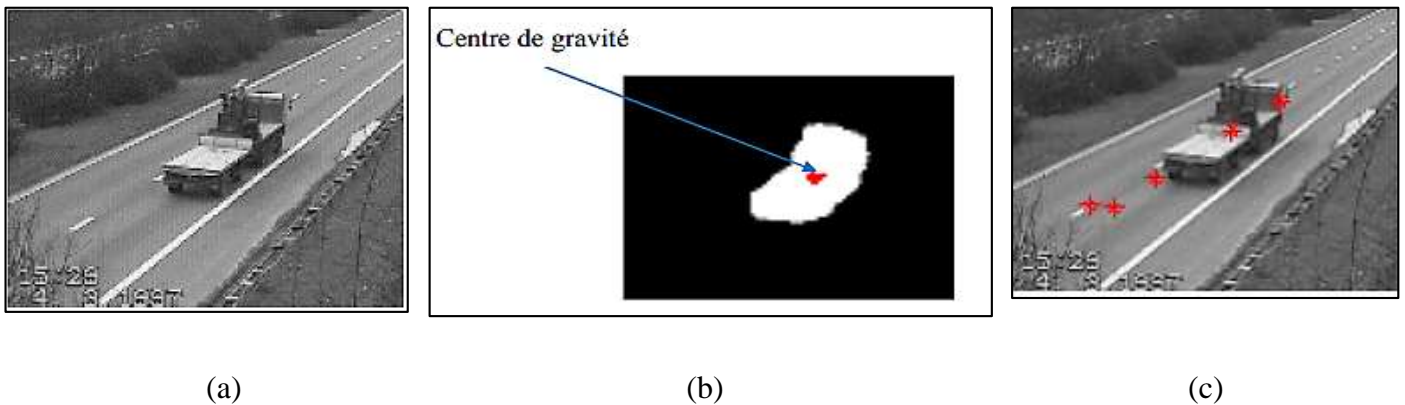


Figure1. 21:le cycle du filtre de Kalman

Exemple d'application du filtre de Kalman :

La figure(1.22) suivante présente un exemple d'application du filtre de Kalman sur la séquence scène routière



Etape 1 : calcul du centre de gravité de l'objet détecté. C'est le point d'interaction de tous les plans qui divisent le corps en deux parties de poids égaux

Etape 2 : tracer la trajectoire mesurée sur 5 trames.

Etape 3 : appliquer le suivi par filtre de Kalman avec comme composantes du vecteur d'état les coordonnées selon l'axe X et Y du centre de gravité calculé.

Le résultat est tracé conjoint des trajectoires mesurée et estimée

5.3 Détection de la main :

Grace à une image entrante d'une vidéo en temps réel le problème principal est de localiser avec précision la région de la main.

Dans la première image, le système obtient les images couleur complètes qui doivent être segmentées et convertir en modèle de couleur $L^*a^*b^*$.

Le classificateur basé sur des listes aléatoires prend les éléments a^* et b^* de chaque pixel[9]



Les étapes du faire une segmentation de la main (Figure1.22)

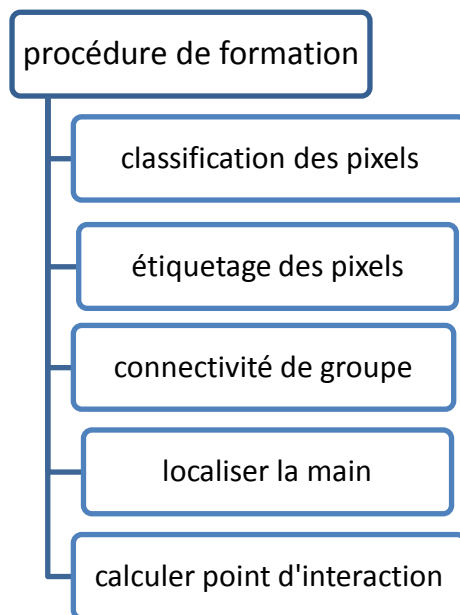


Figure1. 22:Organigramme de la segmentation de la main

Affiner les données d'entraînement :

Comme l'utilisateur définit une ou des régions sur la main pour le pointage, les régions sélectionnées peuvent être constituées de certains pixels qui ne font pas référence au pixel de la main comme illustré à la figure (1.23)suivante :



Figure1. 23:extraction des pixels

Par l'exemple dans la figure 1.23(a), la zone spécifiée se compose de certaines parties du mur de fond des meubles, comme indiqué par les deux cercles bleus.

La main peut toujours suivie de manière uniforme à l'aide des résultats d'entraînement traité. Comme indiqué sur la figure 1.23(b).[9]

Leur système passe par :

- A. Extraction du fond :** la première phase du système de suivi implique la séparation des pixels, une simple soustraction du fond est utilisée pour l'extraction
- B. Extraction des pixels de peau :** en utilisant un programme d'édition d'image, chacune des images est manuellement segmentée en un cadre binaire où les pixels blancs représentent les zones de la peau et les pixels noirs représentent les zones non peau
- C. Extraction du bout du doigt :** quand je trouve le bout de doigt de la main, on identifie les pixels qui représentent des pics le long du contour. On calcule la courbure qui est l'angle entre les deux vecteurs [9]

6. Conclusion

Le suivi d'objet est la localisation spatiale et temporelle d'un objet au cours d'une séquence de vidéo. Ce suivi lié à la détection de l'objet en lui-même.

Pour résoudre ce problème, il existe différentes techniques telles que : le suivi par différence d'image ou suivi par corrélation ou le suivi par contour actif

Dans ce chapitre, on montre une technique d'intelligence artificielle qu'on l'appelle la vision par ordinateur qui va utiliser deux types telle que : organisation du contenu et extraction de texte de la réalité augmentée qui on définit que c'est une technologie d'affichage visuel

Le filtre de Kalman est un outil performant qui permet de résoudre les problèmes d'estimation d'état instantané d'un système dynamique linéaire perturbé et noyé dans un bruit

Dans le chapitre suivant, nous allons présenter les notions de base liées au tableau interactif.

Chapitre 2 : Les tableaux interactifs

1. Introduction

L'objectif de ce projet est le développement de technique de vision par ordinateur capable de répondre aux exigences d'une classe de systèmes de réalité augmentée : le tableau magique, quand je voir au chapitre précédente que la réalité augmentée propose conserver les objets mais ces objets améliorés de capacités de traitement de l'information.

Ce projet vise à créer un tableau magique qui offre plus de durabilité et de flexibilité d'utilisation que les systèmes de RA similaires

Techniquement, le tableau magique consiste en un vrai tableau blanc qui peut être manipulé de manière normale : les inscriptions peuvent être faites et défaites avec des feutres et des gommes.

Le tableau s'améliore avec deux fonctionnalités :

- ❖ Un projecteur relié à la sortie vidéo d'un ordinateur affiche sur le tableau les retours d'informations du système
- ❖ Une caméra observe et interprète les gestes de l'utilisateur
- ❖ Le tableau est amplifié de services informatiques telle que couper, coller, déformer, imprimer qui peuvent s'exprimer avec les mains
- ❖ Le tableau blanc interactif est un écran blanc tactile associé à un ordinateur et un vidéo projecteur qui permet d'afficher l'écran de l'ordinateur sur le tableau blanc. Il favorise l'interactivité entre le professeur et les élèves et permet un grand nombre de tache différente
- ❖ Le tableau interactif est le bon moyen de promouvoir non seulement l'utilisation de l'outil informatique mais également de nouvelles approches pédagogiques

Dans ce chapitre consiste à donner une vue globale sur les tableaux interactifs, et de améliorer les fonctionnalités du tableau blanc.

2. Tableau Blanc

Le tableau blanc conventionnel est un tableau ordinaire de couleur blanche, manipulable par des feutres de couleur à encre effaçable et d'une brosse effaceur [2]

2.1. Propriétés du tableau blanc :

Le tableau blanc offre trois caractéristiques favorables de l'activité réflexive de masse, la facilité et rapidité d'utilisation et la surface commune agit comme une mémoire partagée [11]

Facilité et rapidité d'utilisation : tout membre du groupe peut utiliser le tableau blanc facilement et rapidement. Les feutres et l'encre ont des propriétés dont les participants peuvent bénéficier, ils autorisent l'échange entre différentes marques de couleur tenant une main

Surface collective de grande taille : le fait que le tableau blanc ait une taille assez grande par rapport aux autres supports de dessin habituels favorise le travail d'équipe sur sa surface

Disponibilité immédiate : une réunion d'affaires est prévue à tout moment. Chaque membre de la réunion utilisera un tableau blanc si ces idées nécessitent un support écrit pour être expliquées aux autres membres

2.2. Inconvénients du tableau blanc :

Réorganisation spatiale des inscriptions : le tableau blanc ne facilite pas la réorganisation des idées qui nécessite de copier des inscriptions sur une partie vide du tableau blanc après la suppression des inscriptions originales

Archivage et diffusion des résultats de la discussion : pour sauvegarder le contenu du tableau blanc, il faut le faire manuellement à partir du prenant des notes, on peut utiliser cette conservation pour une prochaine réunion et pour informer les personnes qui n'ont pas assisté à la réunion

Collaboration synchrone à distance : l'utilisation d'un réseau informatique permet de visualiser les réunions entre les personnes qui ont été transférées. La collaboration à des activités de réflexion entre personnes éloignées est un défi.

3. Définition d'un tableau blanc interactif

Un TBI est intégré à un vidéo projecteur situé au-dessus du tableau .le tableau est donc équipé de capteurs qui permettent de détecter les doigts ou les stylets afin de pouvoir l'utiliser. Il est également équipé d'une sortie audio.

4. Définition d'un tableau numérique interactif

Le tableau numérique interactif est légèrement différent de TBI. Il ne dispose pas d'une surface, il peut écrire avec des balises (des feutres).

L'utilisation se fait uniquement à l'aide de stylets numériques. Donc c'est un tableau spécifique à installer dans les classes.

5. Définition de vidéo projecteur

VPI : il s'adapte à une surface blanche quelconque, que ce soit un mur ou un tableau blanc classique. La surface interagit avec le stylo ou le doigt grâce au VPI. Ainsi, il est possible de combiner l'utilisation du tableau classique avec l'utilisation numérique.

En VPI le vidéo projecteur est celui qui contient le logiciel est connecté au stylet qui permet d'utiliser le tableau.

6. Tableau blanc interactif TBI

6.1 : Définition :

Un tableau blanc interactif est un tableau relié à un ordinateur via une liaison qui peut être avec fil(USB) ou sans fil(WIFI) et qui transmet des informations à ce dernier

Après traitement, les données sont alors transmises à un vidéo projecteur qui a la charge de projeter l'écran de l'ordinateur sur le TBI.

Il peut effectuer des mouvements et des actions comme sur un écran d'ordinateur avec une souris, il seront visualisées sur le TBI et éventuellement enregistrées.

6.2 : Les principaux critères de choix des TBI :

- ❖ Le principe de fonctionnement
- ❖ Les caractéristiques du TBI (technologie, dimension du tableau, la possibilité de réglage de la hauteur)
- ❖ Les caractéristiques du vidéo projecteur
- ❖ Les types de liaison des différents périphériques
- ❖ Les logiciels fournis
- ❖ La gestion des utilisateurs et des profils
- ❖ La reconnaissance de l'écriture manuscrite
- ❖ La mémorisation de tracé statiques
- ❖ La mémorisation de tracé dynamique
- ❖ La gestion de claques

- ❖ La documentation fournie
- ❖ La garantie et la maintenance
- ❖ Les prestations d'accompagnement fournies

Les accessoires associés comme :

- ❖ Les stylets
- ❖ Les feutres effaçables
- ❖ Les boîtiers de vote
- ❖ Les tablettes sans fil

6.2.1 : Le principe de fonctionnement :

Pour utiliser un tableau blanc interactif, il faut connecter via un câble USB à un ordinateur comme étant le support de contenu, l'ordinateur est à son tour relié à un vidéo projecteur l'outil de projection du contenu via un câble HDMI ou VGA.

Le principe est simple, l'ordinateur envoie l'image ou vidéo projection avec le câble HDMI, le vidéo projecteur intercepte les interactions de l'utilisateur et le renvoie à l'ordinateur par le biais du câble USB. L'ordinateur interprète au final toutes les actions que l'utilisateur exécute depuis le tableau blanc interactif [W7]

6.2.2 : Les caractéristiques du TI :

Il existe plusieurs types de critères interagissent sur le fonctionnement d'un tableau interactif. On a quatre paramètres principaux : la technologie, le type de projection, le type de communication et la mobilité. [W4]

Un tableau interactif est composé de certains dispositifs qui sont :

- a) **Le dispositif tableau :** la majorité de TI est déjà présentée sous la forme d'un tableau. Ces tableaux sont présentés sur un support mais l'option de montage mural est systématiquement proposée.

Les techniques de transmission électromagnétique varient en ultrasons ou en pression.

- b) **Types de projection :**

Il y a deux types de projection :

TI avec projection avant : Le vidéo projecteur est situé devant l'écran, ce qui peut impressionner la personne qui présente la présentation. Des reflets peuvent également se former sur certaines parties de l'écran. Au final, l'ombre du présentateur peut être affichée sur le tableau s'il ne fait pas attention. Comme exemple (Figure2.1)



Figure2. 1:TI avec projection avant

TI avec projection arrière ou rétroprojection :

Le vidéo projecteur est situé derrière l'écran et dans une matrice. Il n'y a pas d'éblouissement ou d'ombre de la part du présentateur, mais ces TI sont plus chers et encombrants.(Figure 2.2)

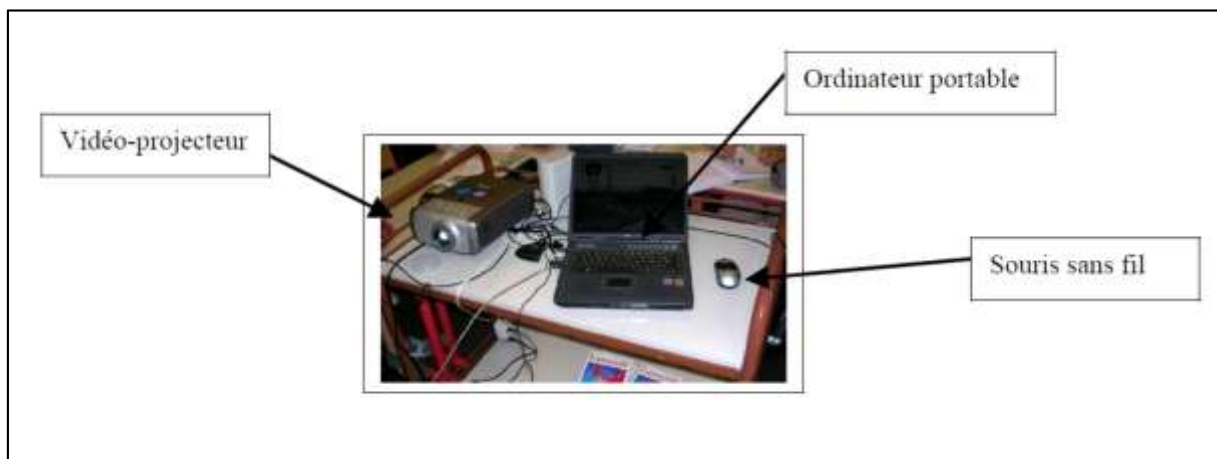


Figure2..2:TI avec projection intégré

6.2.3. Les types de liaison des différents périphériques :

a. Critères de choix de l'ordinateur pour accompagner un tableau numérique :

Il est nécessaire de disposer d'une part des ports de sorties nécessaires aux différentes connexions, d'autre part d'une configuration suffisamment puissante, adaptée à une utilisation fluide du système interactif.

Les connexions nécessaires : l'ordinateur d'une part dialogue avec le dispositif interactif, d'autre part adresse des signaux vidéo et sonores au vidéo projecteur.(Figure2.3)

Les liaisons nécessaires sont plus aisément visibles dans le cadre d'un dispositif mobile :

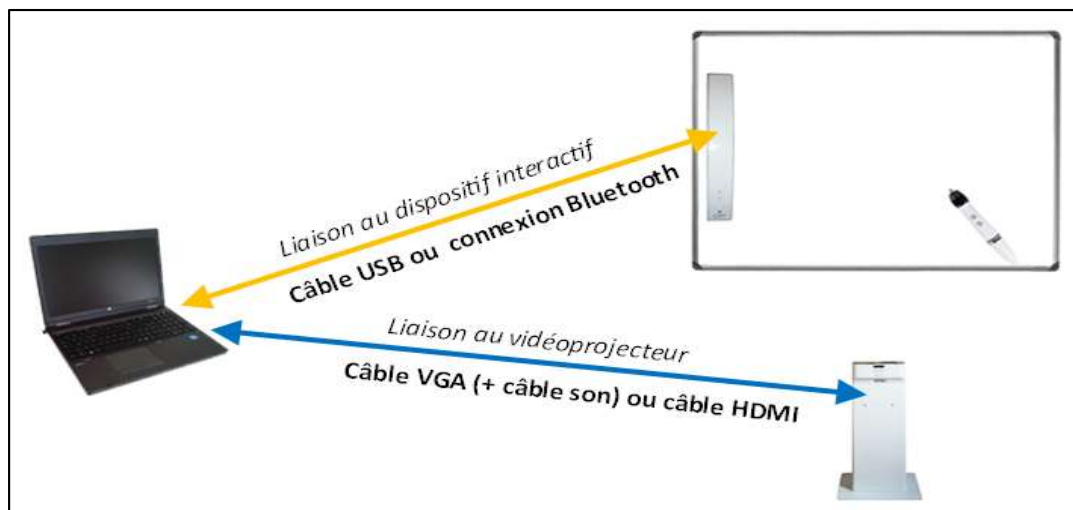


Figure2. 3:Liaison

Si l'on souhaite s'assurer un usage confortable et sans restriction, la configuration matérielle d'un ordinateur dédié à un dispositif interactif devrait disposer a minima des caractéristiques suivantes : 4GO de mémoire vive, un processeur Intel core i3 et si possible un SSD de 60GO

b. Cahier des charges pour choix d'un ordinateur portable pour TBI :

Si les ordinateurs portables présente l'avantage pour l'utilisateur de disposer d'un écran de contrôle et notamment dans les gammes professionnelles, le SSD est rarement présent(*) et la sortie HDMI est parfois remplacée par un sortie compatible avec HDMI moyennant un adaptateur.

Le cahier de charges initial pour le choix d'un ordinateur portable était le suivant :

- ✓ Ecran de 13 à 15.6
- ✓ Caractéristiques techniques :
 - Un processeur Intel i3 fréquence au moins égale à 2.4GHZ
 - 4GO de mémoire vive
- ✓ Cout inférieur à 500€

6.2.4 : Les principaux logiciels pour TBI :

Il existe deux catégories de logiciels à utiliser avec un TBI :[14]

Les logiciels (bloc-notes) : généralement fournis avec le TBI.

Ils sont différents d'une marque à l'autre mais on des points communs

Ils intègrent de plus en plus de fonctionnalités au fur et à mesure des nouvelles versions

Ces logiciels proposés par les fabricants ont pour but de mémoriser tout ce qui est tracé sur l'écran et de gérer les différents documents utilisés en un lieu unique. Voici les plus courants :



- ✚ **Uboardmate CC** : logiciel TBI dédié à l'enseignement :
- ❖ le logiciel de classe collaborative pour l'évaluation des élèves
- ❖ Unoardmate CC est la nouvelle version du logiciel interactif Uboardmate. Le suffixe CC signifie creative classrom. Il gère un mode tableau blanc et un mode bureau, son utilisation est intuitive et fluide, l'interface de Ubordmate CC est claire et épurée, ce qui facilite sa prise en main

Cette version offre plus de nouvelles fonctionnalités telles que les imports et exports de fichiers, il y a plusieurs outils dédiés à la collaboration est appelé la classe collaborative.(Figure2.4)

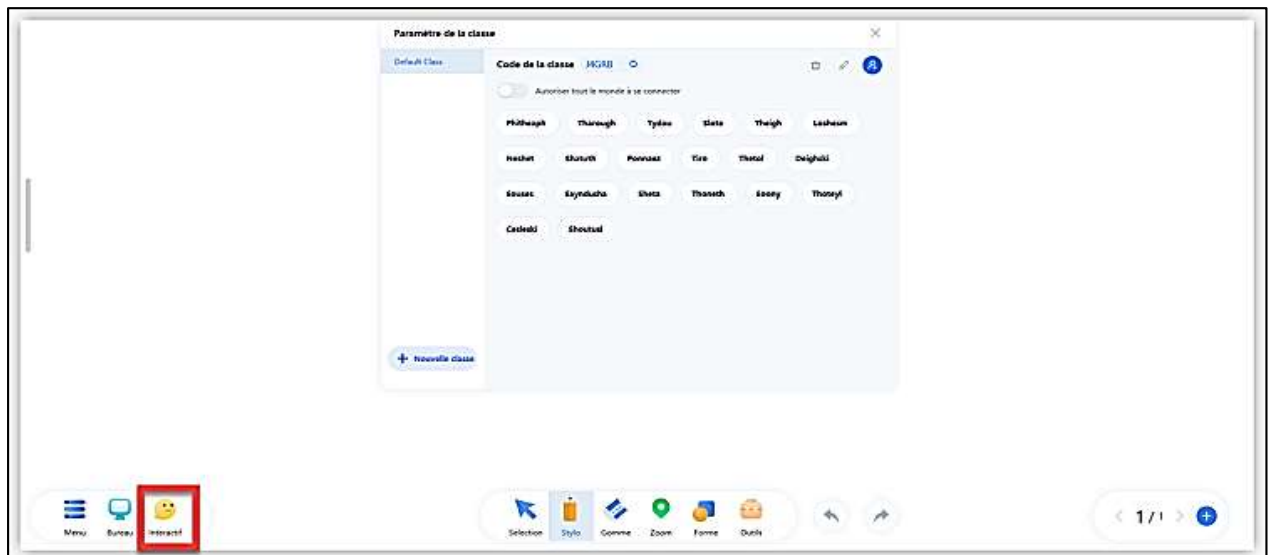


Figure2. 4:classe collaborative

Il permet aux enseignants d'animer différemment les cours augmentant l'engouement des élèves mais aussi de les évaluer en temps réel et tester leurs connaissances



- ✚ **SMART Notebook** :(le plus répandu dans le monde) :
- En 1991, la canadienne Smart technologie commercialise le premier tableau blanc interactif avec contrôle tactile. Devenue Smart Board en 1992, il l'enrichit en 1997 d'un logiciel Smart Notebook destiné au secteur de l'enseignement.
- ❖ Smart Notebook doit fournir aux enseignants les outils pour concevoir, puis présenter des leçons plus vivantes, mieux assimilables pour les élèves.
- ❖ Smart Notebook2.0 : est la première version commercialisée

Smart Notebook en quelque point :

- Fonctionne avec d'autres marques de matériels interactifs
- Compatible Windows, Mac et Linux
- Permet d'importer et d'exporter des fichiers sous différents formats

Mimio Studio :

La start-up américaine Virtual In K cop. Lance la première barre mimio. Elle est uniquement conçue pour « capturer » et « sauvegarder » les notes écrites au feutres sur un tableau blanc traditionnel, afin de pouvoir le relire et les partager à volonté, via un ordinateur doté d'un logiciel spécifique développé par le fabricant



Le logiciel Mimio Studio va intéresser les entreprises pour optimiser la prise de notes lors des réunions.

Mimio Studio en quelque point :

- Adapté aux enseignants (tous niveaux)
- Fourni avec les produits Mimio Classrom
- Utilisable avec n'importe quelle marque de TBI
- Accepte les fichiers de formats différents (word, pdf, excel)
- Permet de créer automatiquement des cours
- Facilite l'évaluation des élèves

6.3 : Principales fonctionnalités :

Un tableau interactif possède différents niveaux de fonctionnalités :

6.3.1 : Fonctions de base :

Tous les programmes qui gèrent les TI incluent des fonctions pour gérer les pages d'écran (impression, vue générale, stockage), de la surimpression, du dessin de lignes et de formes géométriques.

6.3.2 : Fonctions avancées :

Selon les logiciels installés, il est également possible de :

Couper/copier/coller certain partie de l'écran : enregistrer la session en tant que film permettant de la diffuser ultérieurement

Il existe des fonctions plus spécialisées (nécessitent du matériel dédié en plus)

Couplage du TI à un réseau d'ordinateurs : ce qui permet à l'enseignant de sélectionner les produits des élèves et de les afficher sur le TI pour un commentaire direct ou une explication

Couplage du TI avec des systèmes de voté électronique : permettre à l'enseignant de recueillir des réponses aux questions ou les opinions des élèves grâce à de petites boîtes sur la radio ou la liaison infrarouge

Couplage du TI avec des « ardoises interactives » : autoriser l'enseignant à exécuter le même type de groupe qu'au par avant, mais des productions plus ouvertes

6.4 : Les différentes utilisations d'un TI :

Il s'agit de considérer les types d'actions qu'il est possible d'envisager avec les TI et qui ne sont pas réalisables sans ces outil : [15]

Glisser-déposer : faire correspondre un item avec un autre, classer des items,...etc

Capturer : copier/coller des informations d'autres logiciels

Mettre en évidence/cacher : zoomer sur une portion du tableau, ajouter du surlignage, effet de spot sur une partie de l'écran, faire disparaître des éléments

Annoter et modifier : ajouter de l'écrit à du texte (images existants utiliser la fonction de déplacement pour mettre en œuvre des activités d'étiquetage, d'ordonnancement, écrire par-dessus un autre écrit ou une image)

Stocker : garder en mémoire des pages écrans, afin de les modifier ultérieurement

Relier : faire des liens entre pages enregistrées avec d'autres fichiers stockés dans l'ordinateur, avec des programmes de l'ordinateur, ou avec des sites web

6.5 : Les types des tableaux interactifs :

6.5.1 : Le tableau conventionnel : Usage et Lacune :

a. Usages du tableau conventionnel :

La figure(2. suivant résume les usages en contexte professionnel pour les bureaux. Notez que la situation éducative n'a pas été étudiée.

Vous remarquez d'autres utilisations dans le contexte privé de la maison familiale bien que ces résultats soient partiels, cependant ils devraient être pris en compte lors de la conception d'un nouveau dispositif informationnel [17]

Nous les présentons selon les six volets suivants :

1. Les finalités
2. Les types de contenu
3. La gestion de l'espace

4. Le rôle de la couleur
5. Le rôle du temps
6. L'interaction à plusieurs

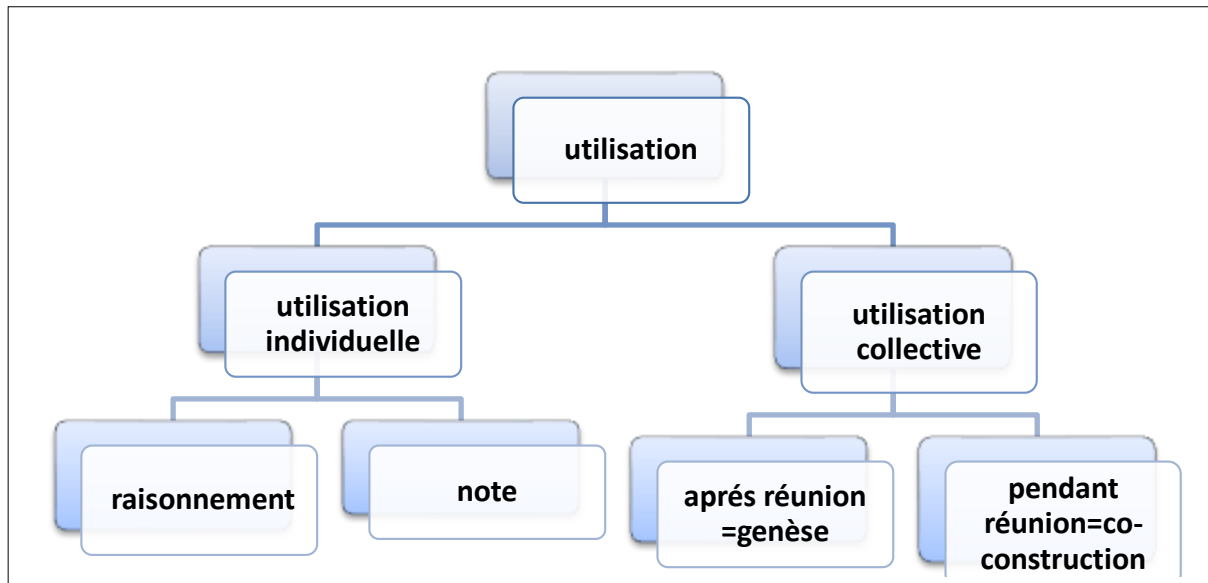


Figure2. 5:utilisation du tableau en contexte professionnel

a.1 : Les finalités du tableau :

Au bureau, le tableau est utilisé à des fins individuelles ou collectives

A titre individuel, on y inscrit des notes servant d'aide-mémoire : une liste des choses à faire. Et aussi on y conduit des raisonnements pour mettre ses idées au clair

En situation collective, le tableau est utile pendant la réunion et après la réunion aussi.

Pendant la réunion, il constitue une ressource visuelle partagée qui préserve le contexte de la discussion. Il facilite la Co-construction

Après la réunion, la garde collective de la production agit comme un témoin mémoire qui peut ensuite être utilisé par une autre personne ou plusieurs immédiatement après la réunion ou plus tard de manière opportuniste pendant la réunion ou de manière formelle pour la prochaine réunion prévue

a.2 : La nature des inscriptions :

On y voit répertoriées 9 types d'inscriptions : texte, objet géométrique, équation, diagramme, tableau, liste, croquis, graphique.....etc

Au-delà des catégories d'information (texte, dessin,...etc), ce que j'appelle les para-inscriptions :

1. Les inscriptions à caractère modal qui traduisent l'intention de l'auteur
2. Des flèches traduisent des gestes par exemple, le déplacement d'une information d'un lieu vers un autre

3. Des informations permettant de réguler les relations sociales

a.3 : Le rôle de la couleur :

Le choix d'une couleur de marqueur est aléatoire. Les utilisateurs n'ont pas de stratégie prédéfinie sur le choix d'une couleur surtout en début de session d'utilisation d'un tableau vide d'inscriptions

Typiquement, sur un tableau encombré dont on souhaite conserver le contenu, un autre couleur est choisi pour assurer la lisibilité de la nouvelle inscription ou pour marquer la singularité de statut d'une information.

Telle que, en situation collective, les utilisateurs changent de manière opportuniste de marqueur. Un système ne pourrait identifier l'auteur d'une inscription à partir de sa couleur

Ce service d'identification serait utile à la reconstitution de la genèse du contenu informationnel du tableau

a.4 : Le rôle du temps :

Le temps joue un double rôle selon que l'on tient compte de la finalité des entrées de la fréquence d'utilisation du tableau :

Une note qui agit comme un rappel est censé être semi-permanente et même permanente. Il ne s'agit pas de l'effacer involontairement

Autres inscriptions éphémères. Au bilan, les écritures à objet discret ont des statuts différents au fil du temps

a.5 : La gestion de l'espace :

La gestion de l'espace couvre deux dimensions : le regroupement et l'effacement d'information

On premièrement, le contenu des tableaux est structuré en groupements on observe que les groupements peuvent se recouvrir mais sont rarement inclus les uns dans les autres

Trouver de l'espace libre sur un tableau encombré. On constate deux types de stratégie utilisateur :

1. **Les utilisateurs au bureau propre :** effacent entièrement leur tableau chaque jour
2. **Les utilisateurs parcimonieux :** adoptent à leur tour deux attitudes possibles : chaque un réserve des zones dédiées à la réflexion opportuniste effaçables sans retenue

a.6 : L'interaction à plusieurs :

1. **L'utilisation synchrone** : l'utilisation collective du tableau se fait généralement à deux personnes au plus mais cet accès peut être simultané
2. **L'utilisation asynchrone** : le partage de l'information produite collectivement est une question pertinente

b. Les lacunes du tableau conventionnel :

b.1 : Absence d'outil de réorganisation :

L'écriture sur tableau blanc facile et rapide est adaptée à la concrétisation d'idées. L'organisation des idées est reflétée par les relations spatiales des inscriptions qui les concrétisent

La réorganisation nécessite la recopie des inscriptions sur une partie vierge du tableau, puis l'effacement des inscriptions originales. [17]

b.2 : Absence de dispositif sauvegarde :

La conservation du contenu du tableau permet à chaque participant de disposer d'un exemplaire, l'absence de dispositif d'archivage et de diffusion entraîne une recopie manuelle du contenu au risque d'omettre des détails sémantiques importants. On ne peut pas rejouer vraiment le processus de Co-construction qui a écrit quoi, à quel moment et pour quel raison ?

b.3 : Absence de dispositif de récupération :

Toutefois, le contenu du tableau a été saisi sur une feuille de papier ou copié manuellement sur un support informatique sous la forme d'un rapport électronique (fichier), le contenu de fichier de session suivant ne peut pas être restauré et vous ne trouvez pas ce contenu facilement.

7. Les types de tableau interactif :

L'IHM gère la présentation des différents services fournis par le tableau blanc interactif. Le principal moyen d'interaction avec le système est la gestuelle de l'utilisateur, ce qui oblige cette interface à s'appuyer sur des composants de reconnaissance gestuelle.

7.1 Les tableaux électroniques :

Une carte électronique est tout dispositif matériel dédié qui intègre des capteurs derrière une surface d'écriture capable d'informer le système de son contenu. Ces surfaces respectent l'apparence des tableaux blancs traditionnels en taille et en forme, mais elles diffèrent du tableau blanc habituel en termes de fonctionnalité, de qualités tactiles et visuelles.

Il existe trois types de tableaux blancs électroniques :

a-Les tableaux à projection arrière :

Le tableau de rétroprojection est généralement intégré dans un meuble, et le vidéoprojecteur est relié à l'ordinateur. Ces stylos n'ont pas d'encre physique, seule leur forme les identifie comme des stylos. Leur position et leur état (mode écriture ou mode commande) dans l'espace sont reconnus par un ou plusieurs capteurs. Ce meuble est mobile et peut être placé où on le souhaite dans la pièce (donc pas forcément contre un mur) ou déplacé dans une autre pièce. En bref, les panneaux de rétroprojection n'utilisent que des informations de nature électronique

LiveBoard :

Xerox PARC a utilisé des crayons optiques qui produisent immédiatement une inscription électronique. Mais, l'usage de crayon optique limite, par exemple, les possibilités de contrôle de la forme du trait et l'effacement des inscriptions au moyen du doigt

Liveboard vous permet d'annoter des documents ouverts sur le bureau virtuel. Son stylet a été conçu pour cela : avec trois boutons comme une souris de PC, avec les mêmes fonctions pour gérer les fenêtres et travailler sur les documents. Aussi, à son niveau mine se trouve un capteur qui informe le système du mode en cours (écriture ou non). Le stylet contient un émetteur infrarouge à tir continu. Au centre, derrière la surface, se trouve le module de détection du stylet. Ce module et ce bouton permettent d'utiliser le stylet même lorsqu'il n'est pas en contact avec la surface, comme un pointeur laser désigné à distance.(Figure2.6)[10]

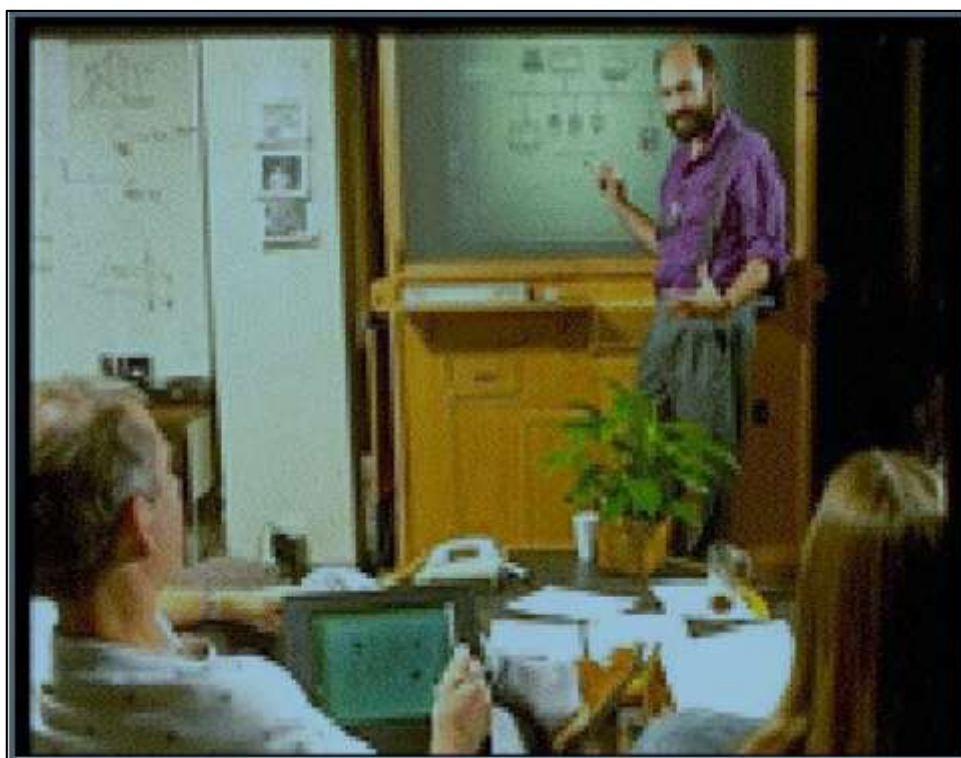


Figure2.6:le LiveBoard en cours d'utilisation au cours d'une session de réflexion de groupe..

Interwrite Board :

Carte polyvalente avec logiciel intuitif et facile à configurer. Le stylet se charge sur sa base. Il est associé au projecteur et à l'amplificateur NEC WT610 pour sonoriser la salle de classe. Un projecteur grand angle peut être ajouté au bras.(Figure2.7)



Figure2. 7:Tableau Interwrite Board.

7.2 : Tableau interactif fixe ou mobile :

Le tableau numérique interactif (tbi) eBeam Edge Plus : Nos tableaux blancs interactifs utilisent l'eBeam Edge Plus, qui se compose d'un capteur interactif et d'un stylet. Le module est fixé sur un tableau ou posé sur une surface (blanche) de votre choix (en savoir plus), et vous pouvez utiliser le stylet pour interagir directement sur l'image projetée par le vidéoprojecteur. Vous pouvez contrôler votre ordinateur, annoter des présentations et utiliser votre stylet comme souris. [W9]

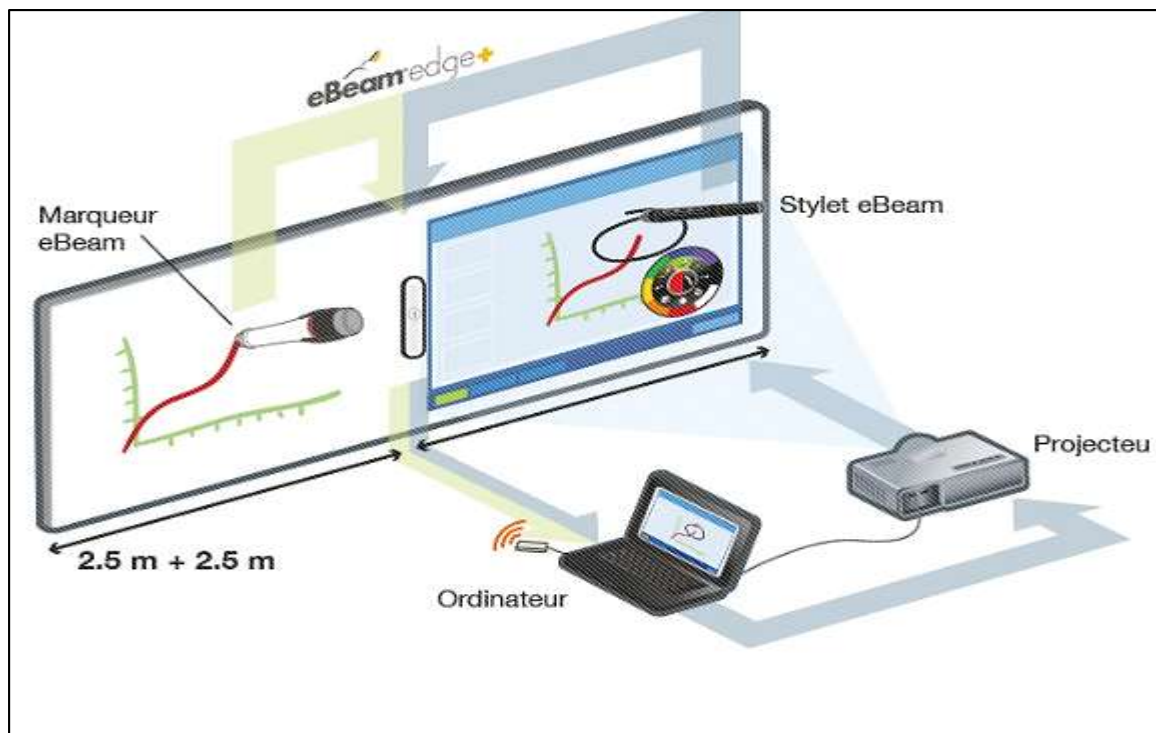


Figure2. 8:Tableau interactif mobile eBeam Edge.

L'écran interactif tactile fixe :

Notre écran interactif tactile dispose d'un encapsulement infrarouge qui lui donne une surface touchante. Grâce à ce modèle multi-touch, 10 doigts peuvent interagir simultanément avec la table sans avoir besoin d'un stylo.

Tableaux interactifs (TBI) mobiles ou fixes ?

On distingue deux types de tableaux blancs interactifs :

- L'écran interactif **fixe** : l'interactivité est intégrée dans l'écran
- Le **Tableau numérique mobile** : le capteur interactif est mobile, vous pouvez l'installer sur les surfaces de votre choix (mur ou tableau interactif).

7.2.1 : Le tableau interactif mobile :

L'affichage numérique interactif le plus pratique est celui qui est mobile et prêt à l'emploi aux collègues, qu'ils soient universitaires, formateurs ou professionnels des affaires

Il permet la conversion de toute surface de projection en une surface interactive très rapidement et facilement. Speechi propose les modèles eBeam Edge + et eBeam Projection.(Figure2.9)



Figure2. 9:tableau interactif mobile

7.2.2 : Le tableau interactif fixe :

L'avantage d'une table interactive fixe est qu'une fois configurée, vous n'aurez pas à passer beaucoup de temps sur les ajustements (comme l'étalonnage, par exemple) et pouvez l'utiliser immédiatement pour l'éclairage.

Il peut être choisi avec divers supports qui permettent de déplacer le TBI fixe avec des rouleaux, inclinés, ou avec l'ajout d'une source d'alimentation pour le projecteur vidéo.

Tivoli :

Il utilise Liveboard comme infrastructure matérielle. Tivoli vous permet de construire des inscriptions de forme libre. Autrement dit, l'utilisateur peut écrire n'importe où sans restriction puis organiser son travail grâce à des gestes d'impression dédiés. La figure (2.11) donne quelques exemples de gestes [10]



Figure2. 10:Le tableau Tivoli

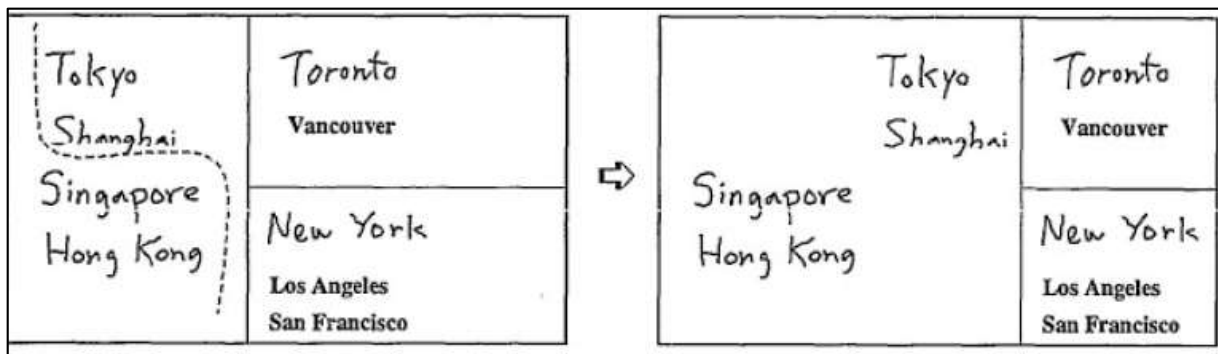


Figure2. 11:En mode interprétation de geste, la courbe exprime une demande de

7.2.3 : Les tableaux tactiles :

Comme son nom l'indique, le touchpad est équipé d'une surface avec des capteurs de pression. Un effecteur est un vidéoprojecteur qui projette des informations électroniques de face sur une surface. Les stylos peuvent être de deux types : avec de l'encre physique, ou comme dans le LiveBoard avec un stylet sans encre. La carte de développement est reliée au système informatique par un câble (Figure 2.12) [W10]



Figure2. 12:Le SmartBoard, un tableau tactile

a. Les tableaux tactiles à mailles

Ce type de tableau blanc interactif à écran tactile permet aux utilisateurs d'interagir avec les doigts et un stylo. Certains d'entre eux permettent également des marqueurs effaçables à sec. Le prix de cet écran à stylet tbi est également très raisonnable.

b. Les tableaux tactiles à infrarouge

Ces cartes numériques ont tous les éléments des cartes typiques ci-dessus, utilisant simplement une technologie d'écran tactile différente. Beaucoup de ces outils sont également magnétiques, ce qui est utile. Encore une fois, des marqueurs effaçables à sec peuvent être utilisés.

Voici quelques exemples : Hitachi Starboard, TouchIT, Ebeam, InTech Board, Tice et Ricoh. Ce type de tableau tactile est généralement bon marché et devient de plus en plus populaire.

Le SmartBoard :

Le SMARTBoard, un produit de SMART Technologies, est un grand écran tactile qui fonctionne avec un projecteur (monté ou non) pour fournir aux utilisateurs une version plus grande de leur écran d'ordinateur. Le SMART Board a un écran tactile et fonctionne avec des projecteurs et des ordinateurs. [10]

Un projecteur projette une image du bureau de votre ordinateur sur un tableau blanc interactif, qui est à la fois un écran et un périphérique d'entrée. Les utilisateurs peuvent écrire sur un tableau blanc interactif à l'encre numérique ou utiliser leurs doigts pour contrôler les applications informatiques en pointant, cliquant et faisant glisser, comme avec une souris de bureau.

Les boutons lancent des claviers et des menus contextuels pour plus d'options de saisie. Les tableaux blancs interactifs sont généralement montés sur un support mural ou au sol et sont utilisés dans des environnements face à face ou virtuels dans les entreprises éducatives et les gouvernements.

Le SMARTBoard fonctionne à l'aide de la technologie résistive, ce qui signifie qu'il y a un petit espace d'air entre deux feuilles de matériau résistif à l'intérieur du SMARTBoard. Lorsque l'utilisateur appuie sur le pad avec un stylo ou un doigt, un point tactile est enregistré dont les coordonnées correspondent à la même zone sur l'écran de l'ordinateur. Parce que le SMARTBoard est conçu avec une technologie résistive, aucun stylet ou souris spécial n'est requis pour exécuter les fonctions de la souris ou du stylet sur le tableau - il suffit d'appuyer sur la surface du tableau.(voir la figure2.13)



Figure2. 13:Le SmartBoard est un logiciel d'aide à la réflexion de groupe. A droite, un bandeau de sauvgardes du tableau mises au format timbre-poste

Smartboard permet de :

- Se servir du doigt comme une souris.
- Saisir de l'information avec le doigt.
- Utiliser des stylets pour écrire.
- Effacer les notes à l'aide d'un outil Effaceur.
- Saisir du texte avec le clavier

Flatland : Flatland est une interface améliorant le tableau blanc conçue pour le travail de bureau informel. La configuration matérielle initiale est SmartBoard et projecteur. À Flatland, les instruments de musique sont dédiés. En l'absence de feutre, les utilisateurs ne peuvent traiter que des informations électroniques. Mais l'information est organisée en segments typés. Les segments sont des régions connectées de la surface de travail dont les contours sont visibles et capables d'interpréter un contenu d'un type donné : segment de type graphique, segment de type carte, etc. Sa surface augmente au fur et à mesure qu'il est rempli.(voir la figure 2.14) [10]



Figure2. 14:Segments pour réduire la taille

Flatland utilise la reconnaissance gestuelle pour fournir des fonctionnalités à ses utilisateurs. Ce paragraphe reflète le concept de zones dédiées que les utilisateurs créent à l'aide de tables traditionnelles. Le concept de types permet de migrer les tâches utilisateur vers le système. Par exemple, dans un segment de route de type carte, le dessin d'une seule ligne entraîne le dessin de la route sous la forme d'une ligne double. Dans la section calculatrice, reconnaissez les nombres écrits à main levée avec un stylet, effectuez des opérations et affichez les résultats en écriture manuscrite

a. Les tableaux à scanner :

Les cartes dotées de la technologie du scanner sont les descendantes directes des copieurs haut de gamme. Comme certains panneaux routiers, ils comportent une surface antidérapante semi-rigide. D'une part, le scanner numérise le contenu, tandis que la surface action. L'imprimante est intégrée sous le circuit imprimé, assurant une reprise sur le papier physique. Les outils sont des feutres et des pinceaux traditionnels.

Le Panaboard :

Le Panaboard. Panasonic est un exemple de tableau blanc électronique qui utilise la technologie du scanner. Il constitue la solution idéale pour le classement des inscriptions, que ce soit sur papier à l'aide d'une imprimante, ou sous forme de documents électroniques si le tableau blanc est relié à un ordinateur. Si l'imprimante est suffisante pour informer tous les participants, 2 ou 4 blocs-notes peuvent être fournis : la "toile" tourne simplement autour du tableau, auquel cas les deux tableaux peuvent être utilisés alternativement (Figure 2.15)



Figure2. 15:Le Panaboard. Au bas de la surface, l'imprimante intégrée

7.2.4 : Les tableaux augmentés :

a. Par amplification des dispositifs d'écritures :

le mimio :

Mimio exige que les feutres du commerce soient placés dans un étui en plastique coloré (une couleur par couleur de stylo). Un capteur de pression indique si l'utilisateur écrit ou si le stylet est en position haute. Le boîtier émet des ondes ultrasonores, qui sont captées par un récepteur (sorte de barre en plastique fixée au circuit imprimé par des ventouses). Ce récepteur est connecté au PC via des fils. (Figure2.16)



Figure2. 16:Le dispositif du Mimio.

Mimio propose une suite logicielle qui fournit les services suivants : Capturez et imprimez le contenu du bureau, partagez avec plusieurs utilisateurs distants, modifiez les annotations enregistrées, transférez les enregistrements vers d'autres applications

b. Par amplification par vision par ordinateur :

ZombieBoard :

Cette approche repose sur la capacité de contrôler l'orientation de la caméra et le facteur de zoom. Placez le tableau dans plusieurs cadres, chaque cadre ne couvrant qu'une partie du tableau. Les images composantes sont ensuite assemblées pour former une image globale unique de l'ensemble du réseau. L'image de base a la même définition que l'image montrée sur la figure.

Ce système offre les fonctionnalités suivantes :

- Flexibilité dans le choix de la résolution spatiale.
- Capture l'apparence des légendes, en particulier l'épaisseur et la forme du trait.
- augmentant ainsi la densité de pixels dans le tableau. Cela correspond à une augmentation de la résolution d'enregistrement

BrightBoard :

BrightBoard est un exemple de système qui utilise une caméra vidéo et des informations audio pour compléter un tableau blanc ordinaire, permettant aux utilisateurs de contrôler l'ordinateur avec de simples marquages sur le tableau. (Figure2.17)



Figure2. 17:BrightBoard en utilisation

BrainStorm :

Le système BrainStorm est configuré comme suit. Pendant la phase de génération d'idées, l'utilisateur peut entrer des idées avec un clavier sans fil et définir la couleur de l'entrée. L'ordinateur distribue les entrées de l'utilisateur à l'écran, qui est projeté sur le mur.

La deuxième étape du processus repositionne les objets du mur. Les participants vont au mur et déplacent des lignes de texte autour de leurs doigts.

Lorsqu'un élément est sélectionné pour la première fois en plaçant un doigt à côté de celui-ci, la sélection est communiquée à l'utilisateur par un changement de son et de couleur.

L'élément sélectionné peut être déplacé librement sur l'écran. Pour déposer un objet, l'utilisateur doit étendre ces doigts comme indiqué sur l'image (voir figure 2.18 : (a) phase de génération d'idées avec écran de projection et sans fil clavier (b) sélection d'un élément sur le mur (c) déplacement de l'élément et (d) désélectionner l'élément)

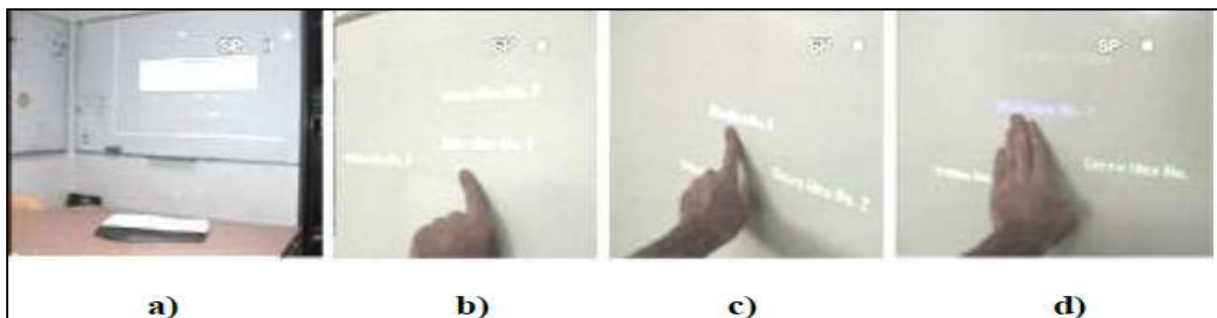


Figure 2. 18:Le système de BrainStorm

7.3 : Tableau magique :

Les principes régissant la conception et la mise en œuvre du Magic Board peuvent être résumés comme suit :

- utilisation de matériaux disponibles dans le commerce,
- Manipulation harmonieuse du physique et du virtuel.
- Appliquer les principes de base de la réalité augmentée à la peinture,
- Traitement direct plus direct : Le doigt comme dispositif d'interaction et les conséquences liées aux interactions fortement couplées,
- Ajout de limites contrôlées : Une contrainte ne peut être introduite que si
 - a) elle simplifie un problème technique pour lequel il n'existe a priori pas de solution et b) les conséquences de son introduction ne sont pas fatales au système final. (Le système a toujours du sens et est utilisable).(Figure 2.19) [11]

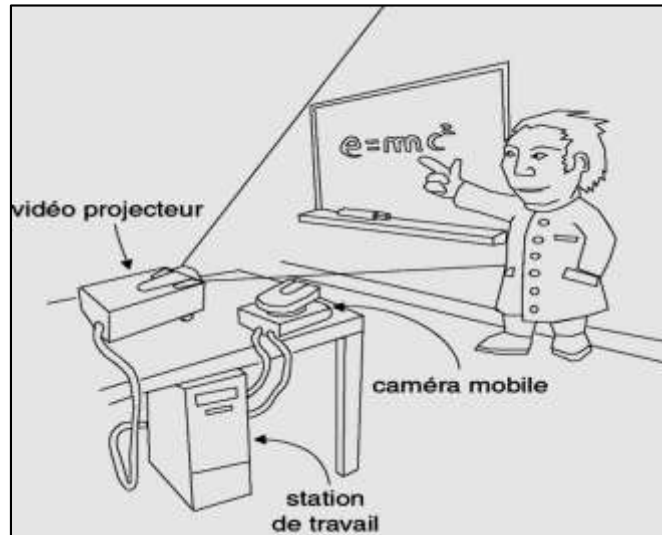


Figure2. 19:L'appareillage du Tableau Magique

- a) Sélection des doigts dans les diagrammes d'encre physique Les rectangles élastiques sont soumis au mouvement des doigts de la même manière que les interfaces de manipulation directe. Le suivi s'arrête lorsqu'une pause est détectée.(Figure2.20)

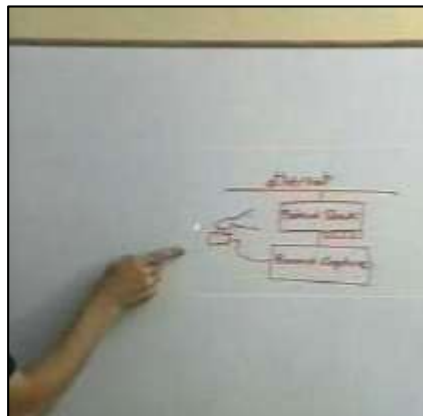


Figure2. 20:(a) sélection des doigts

- a) Une copie de la figure sélectionnée en a). Pour ce faire, les utilisateurs ont demandé au système de suivi en plaçant leur doigt sur un carré de sélection, en marquant une pause. Une copie électronique basse résolution du dessin est soumise à des mouvements du doigt jusqu'à ce qu'une pause soit détectée.(Figure2.21)

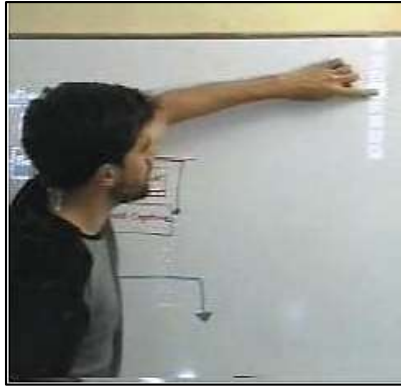


Figure2. 21: (b) copie de la figure sélectionnée

c) Complète le dessin avec un stylo à encre.

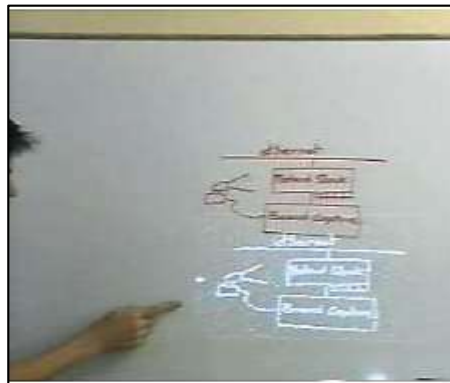


Figure2. 22:(c)

d) Lancement de commande via le menu électronique



Figure2. 23:(d)

8. Installation :

Comme c'est le cas pour toute nouvelle technologie, pour les tableaux blancs interactifs aussi se pose la question d'un impact éventuel sur la santé des utilisateurs et utilisatrices.

Dans la majorité des cas, les tableaux blancs interactifs fonctionnent en affichant l'image émise par un vidéoprojecteur distant placé vis-à-vis de leur écran.

Le vidéoprojecteur peut en effet présenter quatre dangers principaux : un risque de brûlure, un risque de choc électrique, un risque d'éblouissement et un risque de nuisance sonore lors d'utilisations prolongées. Si les deux premiers peuvent être évités en confiant 4. Installation et ergonomie 21 l'installation du matériel à du personnel compétent et en respectant les règles usuelles de sécurité, le problème lié au bruit et à la lumière requière une attention particulière.

8.1. Le problème du bruit :

Le bruit émanant des ventilateurs des vidéoprojecteurs peut être une nuisance de classe.

L'astuce pour réduire le bruit du ventilateur consiste à utiliser le projecteur en mode d'économie d'énergie si votre appareil le permet et que la visibilité de l'écran n'est pas affectée.

8.2. Le problème de la lumière :

L'astuce pour réduire le bruit du ventilateur consiste à utiliser le projecteur en mode d'économie d'énergie si votre appareil le permet et que la visibilité de l'écran n'est pas affectée.

Un vidéoprojecteur doit émettre une puissance lumineuse suffisamment élevée pour assurer une image bien visible sur l'écran même dans des environnements lumineux. Pour assurer le confort de travail de l'élève, cela doit certainement être Vous pouvez travailler sur votre tableau interactif sans avoir à assombrir périodiquement la pièce pendant de longues périodes, par exemple en utilisant des stores. Par conséquent, le choix d'un vidéoprojecteur doit être évalué par rapport aux réglementations cantonales sur l'éclairage des salles de classe.

8.3. Le problème de la hauteur de l'écran :

Lors d'une évaluation d'un grand projet d'équipement dans une école primaire au Royaume-Uni, les chercheurs ont constaté que les tableaux blancs interactifs étaient placés trop haut dans la plupart des classes de niveau inférieur.

Depuis peu, de nouveaux vidéoprojecteurs à focales ultra-courtes (lentille Grand angle) sont apparus. Maintenant que vous pouvez le rapprocher de votre écran, vous pouvez le fixer à un bras fixé à votre tableau interactif. Par conséquent, vous pouvez facilement régler la hauteur de l'ensemble de l'appareil sans repositionner le projecteur ni réajuster la carte.

9. Les avantages du tableau blanc interactif pour différents domaines :

9.1 : Les avantages des TBI pour l'enseignement :

Les tableaux blancs interactifs sont principalement utilisés dans les établissements d'enseignement en raison de leur facilité de présentation. Qu'il s'agisse d'un tableau blanc

interactif fixe ou d'un tableau blanc interactif portable, la capacité à empêcher la distraction des élèves permet de meilleures méthodes d'enseignement.

Les tableaux blancs numériques interactifs ont la capacité de répondre aux questions lors des sessions interactives en classe.

Les nouveaux modèles d'écrans tactiles interactifs ont des propriétés supérieures de clarté et d'identification des couleurs, et captent mieux l'attention des élèves que les livres et les tableaux noirs.

Les tableaux blancs interactifs sont recherchés par de nombreux enseignants comme une méthode d'enseignement efficace car ils permettent d'accéder aux programmes informatiques d'un simple toucher.

9.2 : Les avantages des TBI pour le secteur industriel :

Le prochain secteur à utiliser cette version d'écran interactif est celui des entreprises industrielles. Ils voulaient faire la différence dans leur domaine de travail grâce aux tableaux blancs interactifs.

Pour ce faire, nous avons besoin de beaucoup de données sur d'autres entreprises et fabricants.

9.3 : Les avantages des TBI pour les séminaires :

En dehors de l'éducation et de l'industrie, les tableaux blancs interactifs à écran tactile commencent à dominer l'espace des webinaires et des conférences.

Aujourd'hui, les écrans tactiles interactifs rendent l'organisation de réunions, séminaires et autres événements aussi relaxante que possible. Grâce à des écrans numériques interactifs, les organisateurs peuvent facilement suivre le déroulement de l'événement. De nombreuses personnes ont commenté positivement l'appareil, sans oublier que le tableau de popularité du tableau blanc interactif a augmenté au cours des six dernières années.

9.4: Les autres avantages du TBI :

1. Un avantage majeur des tableaux blancs numériques est pour les étudiants dans les écoles et les collèges. En fait, la recherche peut se faire sous forme de discussion. Il permet également aux étudiants d'acquérir des connaissances approfondies sur chaque sujet.
2. Deuxièmement, les tableaux blancs tels que la série activinspire Professional Edition et Ebeam sont utiles pour les étudiants car ils permettent aux enseignants d'enregistrer ce qu'ils enseignent en classe.

3. Ce tableau à écran tactile est également indispensable pour que les enseignants puissent étudier plus facilement. Les styles d'enseignement sont renforcés par l'interaction en classe.
4. Équipés d'un logiciel spécifique, ces dispositifs interactifs permettent d'organiser des quiz en ligne.
5. Il existe plusieurs marques de tableaux blancs interactifs, comme Smart Board et Ebeam. La plupart des écoles aiment particulièrement le tableau Ebeam Edge car les utilisateurs le trouvent plus pratique.

10. Les inconvénients du tableau blanc interactif :

1. C'est un outil frontal.
2. Le logiciel qui accompagne IWB nécessite d'excellentes compétences techniques et des heures de travail pour créer des activités.
3. En cas de panne de courant, les enseignants utilisant uniquement IWB suspendront les cours jusqu'à ce que le courant soit rétabli.
4. La motivation des étudiants pour ce nouvel instrument peut diminuer avec le temps.
5. Si le TBI est éteint, il faut attendre qu'il s'allume. - Vous devrez peut-être rééquilibrer votre écran.
6. Il fait du bruit.
7. Augmenter la température de la classe.

11. Conclusion

Le tableau blanc interactif est un concept qui ouvre un nouveau champ de recherche dans les technologies d'interaction homme-machine. Il est basé dans le domaine de la vision par ordinateur, en particulier la réalité augmentée.

Ce chapitre décrit brièvement les tableaux interactifs, leurs fonctionnalités, leurs propriétés et l'état de l'art pour certains types de tableaux.

Le chapitre suivant décrit la conception du système utilisé dans le tableau blanc interactif.

Chapitre 3 : Réalisation et conception

1. Introduction

Un "**doigt de sélection**" est un système qui permet de suivre une main et de tracer sa trajectoire. Vous pouvez utiliser votre doigt comme dispositif de pointage sur le tableau pour sélectionner des zones sur le tableau.

Notre application consiste à créer une interface de menu contextuel pour contrôler le tableau magique par des gestes de l'utilisateur.

Notre système "Magic Menu" reconnaît ces commandes en suivant les mouvements des doigts de l'utilisateur sur le menu.

2. La conception globale de système

4.1. La conception architecturale :

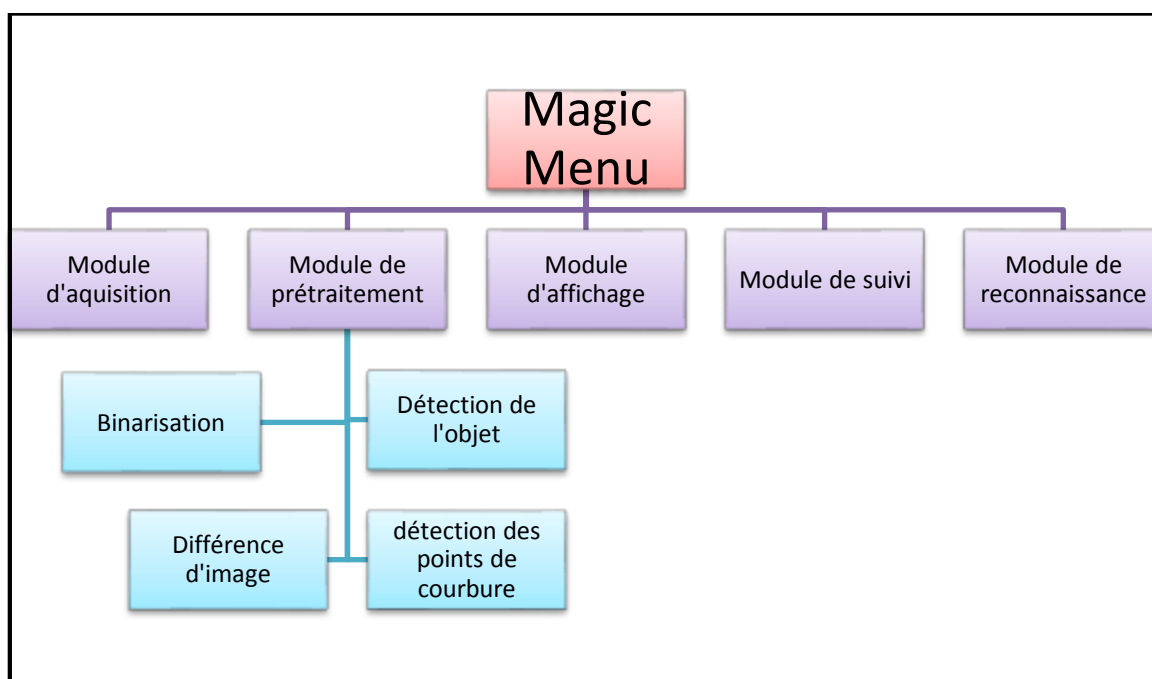


Figure3. 1:Diagramme de structure

4.1.1 La description de l'architecture de système :

Notre système se compose de six sous-systèmes :

a- Sous système d'acquisition :

Il s'agit du module chargé de prendre des photos via la webcam.

b- Sous système de prétraitement :

C'est le sous-système chargé d'effectuer divers traitements de base sur les images extraites de la première étape afin que le mouvement et les mains puissent être détectés.

Il se compose de deux modules principaux :

- Segmentation d'image : C'est le module responsable de la binarisation de l'image, on a utilisés deux méthodes : méthode selon un modèle de couleur, et le seuillage.
- Détection du doigt.

c- Sous système de reconnaissance :

C'est le sous-système responsable de la reconnaissance des mains

d- Sous système de suivi :

Le but du sous-système de suivi est de déterminer la position de la main dans chaque image du flux vidéo.

e- Sous système de calcul de trajectoire :

Le but de ce sous-système est de calculer la trajectoire du doigt à partir de points sélectionnés (coordonnées), puis de construire une forme géométrique simple qui correspond le mieux à cette trajectoire. Il comprend deux modules principaux :

- Calculer les points de suivi.
- Suivi de trajectoire : À partir des points de suivi, nous pouvons suivre la trajectoire.
- Exploitez la sélection : avec ce module nous pouvons dessiner une forme la géométrie inclut nos orbites.

f- Sous système d'affichage :

Il s'agit d'un module qui a pour but d'afficher le menu après reconnaissance de la main

4.2 La conception détaillée du système :

4.2.1. Sous système d'acquisition :

C'est la première étape pour capturer une image à partir de votre webcam.

L'algorithme correspondant est le suivant :

```
Algorithme acquisition ;  
Début  
Créer un objet vidéo ;  
Acquérir image 1 ;  
Tant que (Non Fin) faire  
Début  
Acquérir image 2 ;  
Traiter l'image ;  
Fin ;
```

4.2.2 Sous système de prétraitement :

Ce module est représenté par une étape de traitement de bas niveau de l'image par segmentation par modèle de couleur et seuillage que nous avons construit.

Ce module est représenté par les étapes de prétraitement (bas niveau) binarisation, différence d'image, puis extraction de la plus grande composante connexe d'intérêt, et enfin les points de courbure, qui est la dernière partie de ce module. Module de détection

La description de cet algorithme est la suivante :

Algorithme Prétraitement ;
Début
Conversion niveau de gris ;
Binarisation de l'image ;
Différence d'image ;
Extraction de l'objet d'intérêt ;
Détection des points de courbure
Fin ;

a- La binarisation :

La détection de la couleur de la peau à l'aide de l'espace RGB ne nécessite pas de modèle de peau ni de transformation de couleur. Il vérifie simplement un ensemble de contraintes pour déterminer si un triplet de couleurs (R, G, B) représente le teint de la peau. Ces limites sont divisées en deux parties, fortes (jour) ou faibles (nuit), en fonction des conditions de l'éclairage. [28]

Eclairage fort :

$(R > 45) \text{ ET } (G > 30) \text{ ET } (B > 10) \text{ ET}$
 $(\text{MAX}(R, G, B) - \text{MIN}(R, G, B) > 15) \text{ ET}$
 $(\text{ABS}(R-G) > 15) \text{ ET } (R > G) \text{ ET } (R > B)$

Eclairage faible :

$((R > B) \text{ ET } (G > B)) \text{ OU } ((R > 220) \text{ ET}$
 $(G > 210) \text{ ET } (B > 170) \text{ ET } (\text{ABS}(R-G) \leq 15)$

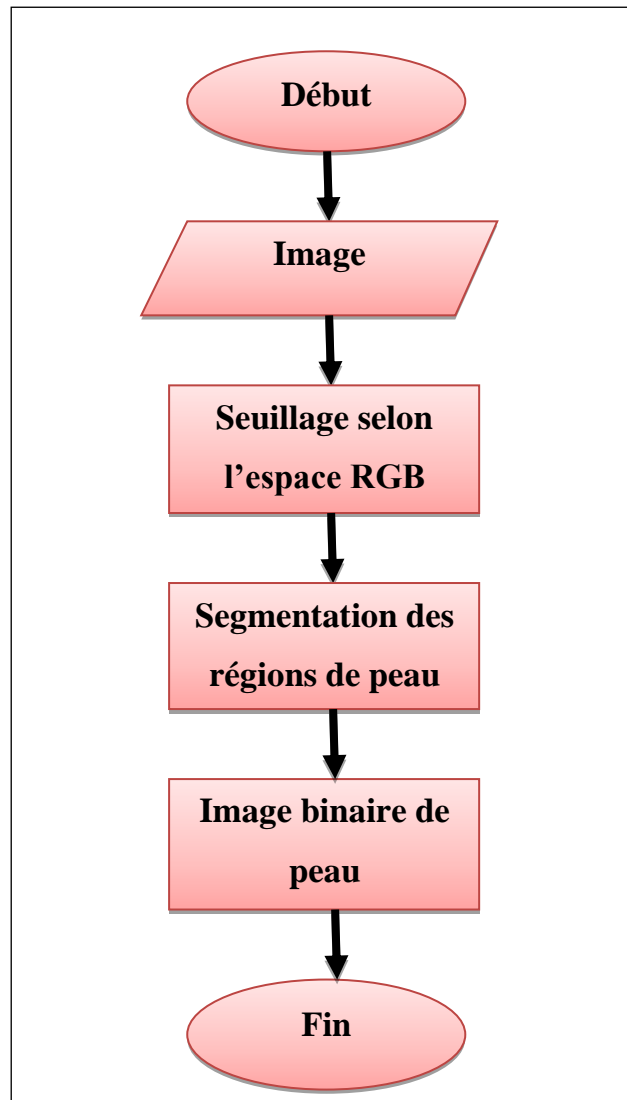


Figure3. 2:Illustration du processus de détection de peau

b- La détection du doigt :

Appliquez le traitement suivant pour reconnaître les doigts qui doivent être reconnus en premier.

1. Différence d'images.
2. La détection des points de courbure.
3. Étiquetage en composantes connexes.
4. Calcul de la boîte englobant
5. Calcul du centre de gravité.

b-1 : La Différence de l'image :

La reconnaissance d'objets par des images de différence consiste en une soustraction pixel par pixel d'une image à une autre. Cela nécessite de fixer la caméra de sorte que les pixels de l'image représentent toujours le même endroit dans l'espace au même moment.

Cette approche se fait au niveau du pixel. C'est-à-dire que la relation entre les pixels adjacents n'est pas prise en compte.

Les valeurs de pixels sont supposées stables dans le temps. Cependant, si la luminosité de la scène fluctue, cette valeur peut changer. Par conséquent, ces méthodes sont très sensibles aux fluctuations de la luminosité, des ombres et des changements d'arrière-plan. Le bruit de la caméra doit également être pris en compte.

Nous avons pour objectif de détecter les objets en mouvement en diffusant des images successives. [10]

L'image de différence D s'obtient par :

$$D(x, y, t) = |I(x, y, t) - I(x, y, t - dt) |$$

Avec :

I(x, y, t-dt) : L'intensité du pixel (x, y) de l'image I à l'instant t-dt.

I(x, y, t) : L'intensité du pixel (x, y) de l'image I à l'instant t.

DF(x, y, t) : L'intensité du pixel (x, y) de l'image de différence à l'instant t.

Cette image de différence est ensuite souillée pour mettre en évidence les zones en mouvement.

L'algorithme de différence est le suivant :

```
Algorithme Différence ;  
Début  
Pour chaque image acquise faire  
Df = |Image 1-Image2|  
Fin pour  
Fin
```

Ceci est le résultat de l'application de la différence d'image à l'objet :

résultat de l'application de la différence d'image à l'objet (Figure3.3):

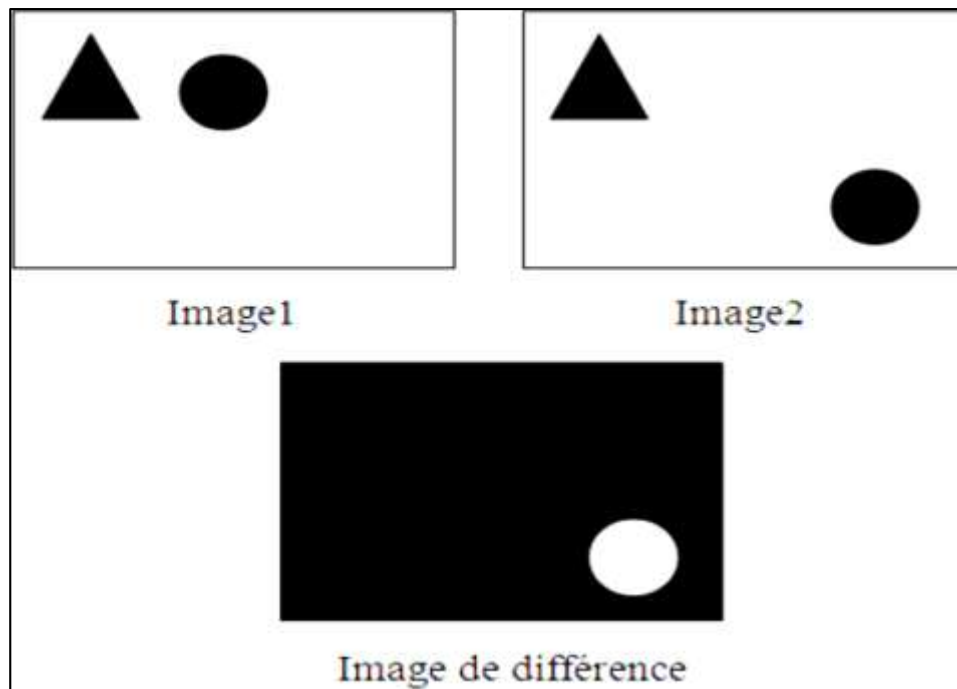


Figure3. 3: Résultat de la différence d'images.

b-2 : La détection des points de courbure :

Le bout des doigts est un point de flexion courant pour le suivi des mains et la reconnaissance des gestes. Il a l'avantage d'être facilement vérifiable avec une quantité de calcul relativement faible. Nous allons utiliser ces positions pour la reconnaissance de la main, et pour le suivi des doigts. [10]

L'algorithme suivant explique ce principe :

```

Algorithme calculer point-courbe ;
Début
Calculer la boîte englobante ;
Calculer le centre de gravité de cette boîte ;
Calculer les points de courbure ;
Si le nombre de points de courbure
appartient à un seuil défini alors
Alors afficher menu;
Fin si
Fin

```

b-3 : Étiquetage en composantes connexes :

Dans cette étape, nous devons déterminer le nombre de régions de peau dans l'image, on associe à une région une valeur entière appelée *étiquette*. Afin de déterminer l'étiquette d'un pixel, on utilise pour cela un voisinage d'ordre 8. Le nombre de régions dans l'image segmentée sera donc la valeur de l'étiquette maximale.

L'algorithme de l'étiquetage est le suivant :

Algorithme Etiquetage

Début

Etiquetage les composantes connexes ;

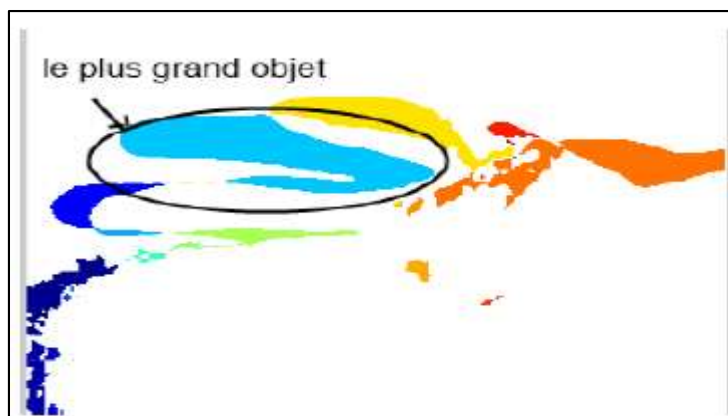
Extraire la plus grande composante ;

Fin

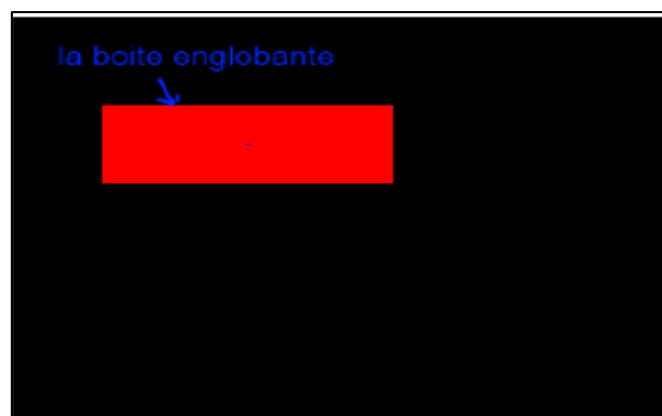
b-4 : Calcul de la boîte englobante :

On a utilisé les composants connectés précédents pour calculer la boîte englobante. Il représente un rectangle qui entoure un objet en mouvement à suivre à partir de son centroïde.

Les séquences d'images suivantes illustrent son principe :



A



b

Figure3. 4: l'image(A) en composantes connexes et l'image(b) détermine la boîte englobant le plus grand objet.

b-5 : Calcule le centre de gravité :

La définition du centre de gravité aurait tendance à dire que l'on somme les pixels blancs uniquement... et ce problème se règle si l'on considère une image niveau de gris

En effet, si l'on considère le centre de gravité d'une image niveau de gris, cela consiste à faire la somme pondérée des positions des pixels et à diviser par la taille au carré de l'image. De plus, un tel algorithme est à mon avis moins coûteux en tant qu'un algorithme qui vérifierait si le pixel est noir ou blanc (pas de vérification et une addition, c'est un coup d'horloge) donc bon autant faire comme ça.

Après l'extraction des coordonnées de la boîte englobante, on peut facilement calculer le centre de gravité en appliquant les formules suivantes :

$$X = \frac{x1+x2}{2}$$

$$Y = \frac{y1+y2}{2}$$

La figure présente la position du centre de gravité où le CG est le centre en rouge du rectangle(Figure3.5)

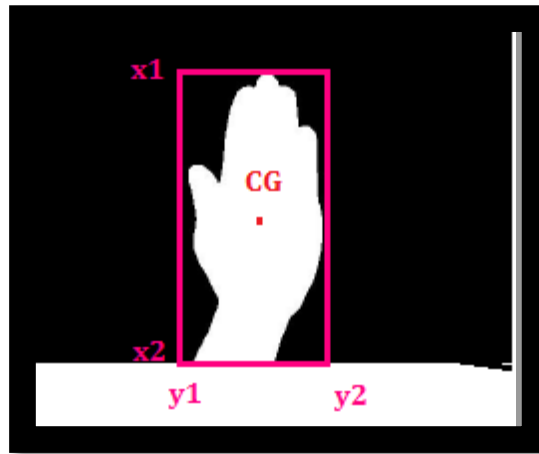


Figure3. 5:La boite englobante et le centre de gravité

L'algorithme suivant illustre le principe :

Algorithme Calcul centre de gravité ;
Début
 Détection du contour
 Pour chaque pixel de l'image du contour faire
 Calculer le nombre total des points de contour ;
 Fin pour
 Calculer le centre de gravité ;
Fin.

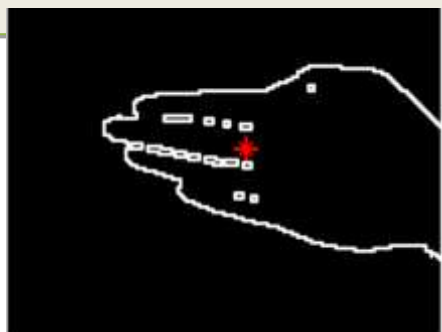


Figure3. 6: centre de gravité de la main

4.2.3 Sous système de reconnaissance :

En utilisant les points de courbure du sous-système de prétraitement, nous pouvons vérifier la forme attendue de l'objet main ouverte.

4.2.4 Sous système de suivi :

À partir des centroïdes obtenus à partir du module de prétraitement, nous pouvons également suivre les trajectoires des mains et reconnaître les éléments sélectionnés par l'utilisateur.

4.2.5 Sous système de trajectoire :

a- Calculer le point de suivi :

A partir du calcul du barycentre de la main, nous avons pu déterminer les coordonnées du point le plus éloigné du centre de la main représentant le bout des doigts. Suivez cette trajectoire.

L'algorithme correspondant est le suivant :

Algorithme Calcul le point de suivi ;

Début

Pour chaque coordonné de l'image contour
faire

Calculer la distance euclidienne entre le centre
de gravité et les points de contour ;

Tester si ($Max < Distance$)

Max=distance ;

Fin si

Fin pour

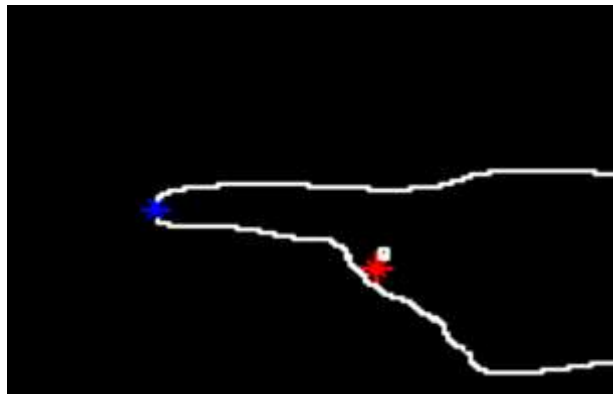


Figure3. 7:Bout du doigt

- a- Suivi de la trajectoire : A partir des coordonnées du bout du doigt trouver (x, y), on peut tracer la trajectoire en utilisant l'interpolation point par point.

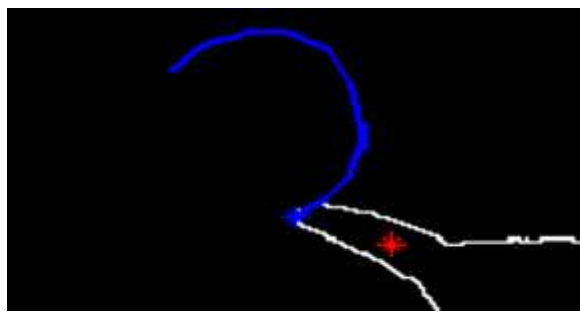


Figure3. 8:Tracer la trajectoire

b- Extraction de la zone de sélection :

Ce module vise à dessiner 3 types de formes géométriques sur la trajectoire tracée et à les découper.

◆ La sélection de la zone :

Forme rectangle : Suivez la récupération des points de trajectoire et dessinez-les à l'aide de la fonction "Rectangle".

L'image suivante(figure3.9) illustre bien son principe :

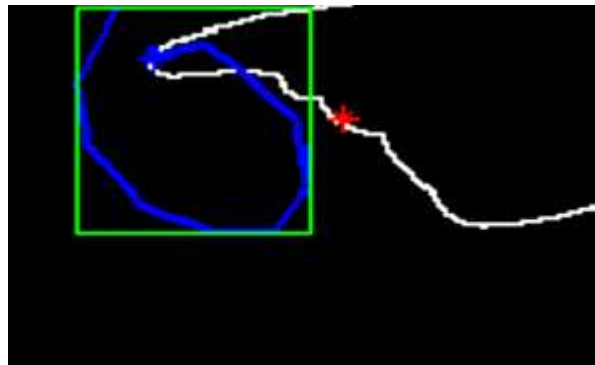


Figure3. 9:Forme rectangle

Forme cercle : J'ai utilisé le même principe qu'avant pour tracer un cercle autour de l'orbite.

L'algorithme est le suivant :

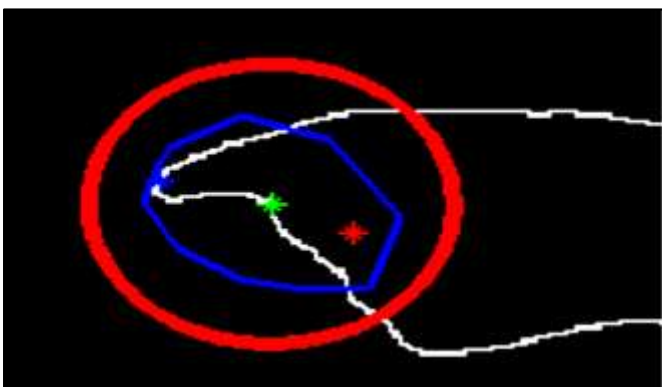


Figure3. 10:Forme cercle

Algorithme cercle ;
Début
 Calculer le centre de trajectoire ;
 Calculer le rayon ;
 Dessiner le cercle ;
 Fin pour
Fin.

Forme ellipse : Ce module est calculé selon le même principe de circularité, mais avec deux rayons d'ellipse.

Algorithme ellipse ;

Début

Calculer le centre de trajectoire ;

Calculer le petit rayon ;

Calculer le grand rayon ;

Dessiner l'ellipse ;

Fin pour

Pour calculer les deux rayons d'ellipse, on a utilisé 'la définition bifocale de l'ellipse :

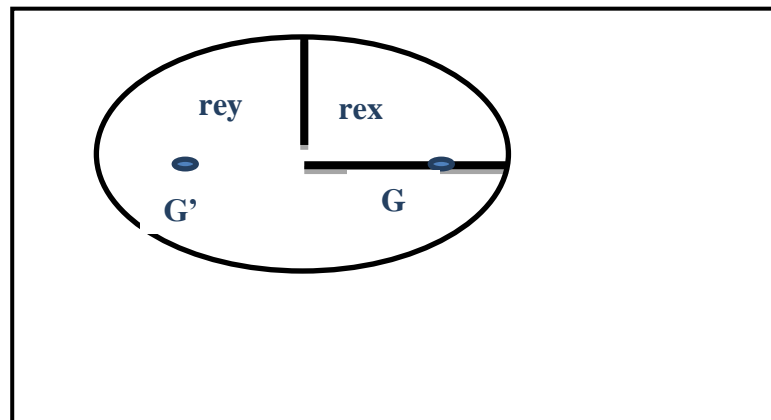


Figure3. 11:forme générale de l'ellipse

Soient G et G' deux points distincts du plan. On appelle ellipse de foyers F et F', l'ensemble des points A du plan vérifiant les propriétés suivantes :

$$rex = rx + Gox$$

$$rey = \sqrt{(A^2)/4 - rx^2}$$

$$A^2 = ry + \sqrt{(ry^2) + (2rx)^2}$$

Où rx est le grand rayon de rectangle, ry est le petit rayon de rectangle. rex est le plus grand rayon de l'ellipse, rey est le petit rayon de l'ellipse. Cette relation exprime que la somme des distances d'un point A aux foyers est constante et vaut la longueur du grand axe.

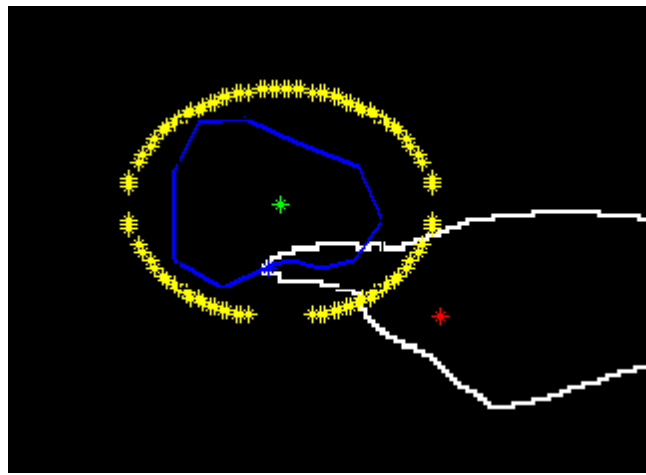


Figure3. 12:Forme ellipse

◆ **L'extraction de la zone sélectionnée :**

Après avoir sélectionné une zone, vous pouvez la couper et l'enregistrer dans un autre espace de travail pour la retrouver plus tard.

- Forme rectangle : en utilisant la fonction 'imcrop'.
- Forme cercle : l'algorithme montre le principe :

Algorithme couper cercle ;

Début

Si la distance entre le centre de trajectoire et tous les points de cercle sont $<$ rayon ;

Fin si

Afficher l'image coupée

Fin.

- Forme ellipse : l'algorithme montre le principe :

Algorithme couper ellipse ;

Début

Si la distance entre le centre de trajectoire et tous les points de l'ellipse sont $<$ aux rayons ;

Fin si

Afficher l'image coupée

Fin.

4.2.6 Sous système d'affichage :

Après avoir appliqué toutes les étapes précédentes, passez à l'étape d'affichage. Dans ce cas, nous sommes intéressés à intégrer le menu au centre de l'objet d'intérêt, la main ouverte.(figure3.13)

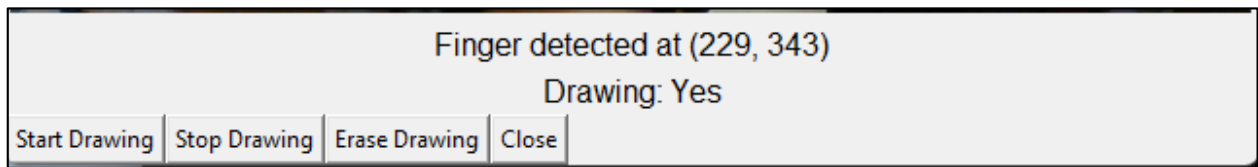


Figure3. 13:Le menu à incrustée.

Après avoir affiché le menu, le système doit suivre la trajectoire de la main à partir du mouvement de la main, puis le système doit tester l'état de la main.

- Lorsque l'aiguille s'arrête sur un élément, le système invite l'utilisateur à confirmer sa sélection.
- Sinon, le système affichera un message d'erreur.

5.Organigramme de système :

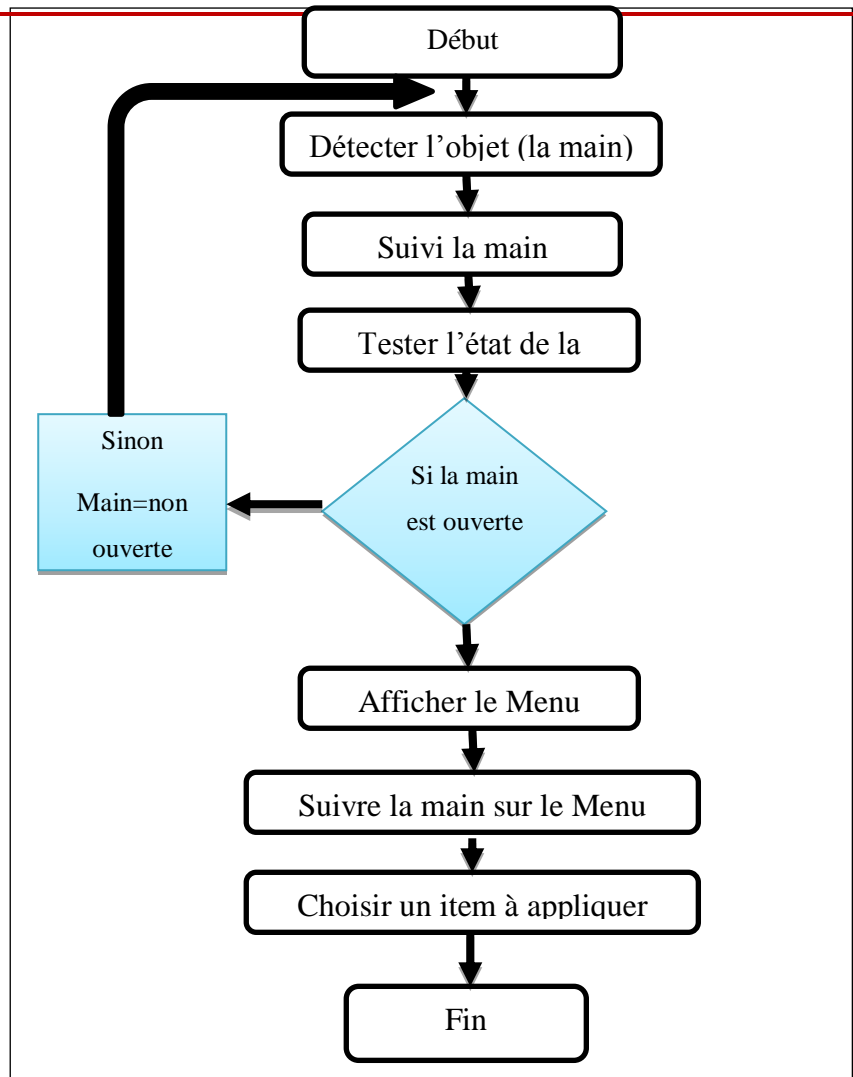


Figure3. 14:organigramme de système

6. Implémentation

6.1. Introduction

Cette partie décrit les différents outils de développement du système "MAGIC MENU" et les différents composants matériels et logiciels nécessaires à son bon fonctionnement. Dans un premier temps, nous présenterons l'environnement de développement matériel (caractéristiques du matériel informatique), puis l'environnement de développement logiciel (langage de programmation), et enfin les performances du système.

6.2. Technologies utilisées : outils et environnement de développement

Le tableau ci-dessous (*Tableau 4.1*) illustre les caractéristiques des outils utilisés pour la réalisation de notre application :

6.2.1 L'environnement matériel :

Tableau 1 : Caractéristiques techniques des outils utilisés.

L'environnement matériel	caractéristique
Plateforme matériel	Ordinateur : Intel(R) Core5(TM) i5-4200U CPU @ 1.60GHz 2.30 GHz, 4.00 Go de RAM Système d'exploitation : Windows 11 Entreprise
caméra	PC Camera Webcam 640*480

6.2.2 L'environnement logiciel :

Python est un langage de programmation puissant et facile à apprendre. Il possède des structures de données de haut niveau et permet une approche de programmation orientée objet simple mais efficace. En raison de sa syntaxe raffinée et de son typage flexible et interprété, Python est le langage idéal pour la création de scripts et le développement rapide d'applications dans de nombreux domaines et sur la plupart des plateformes.

L'interpréteur Python et sa vaste bibliothèque standard sont disponibles gratuitement, sous forme source ou binaire, pour toutes les principales plateformes depuis le site [https : //www.python.org/](https://www.python.org/) et peut être redistribué gratuitement. Ce site distribue et pointe vers des modules, programmes et outils tiers. En fin de compte, il constitue une source de documentation.

L'interpréteur Python peut être facilement étendu avec de nouvelles fonctions et types de données implémentés en C ou C++ (ou tout autre langage callable depuis C). Python convient également comme langage d'extension pour la personnalisation des applications.

Dans ce tutoriel, nous présentons intimement les concepts et fonctions de base du langage Python et de son écosystème. Il serait utile de disposer d'un interpréteur Python pour mettre en pratique les concepts évoqués. Si ce n'est pas possible, ne vous inquiétez pas, des exemples sont inclus et le tutoriel est adapté à une lecture "hors ligne".

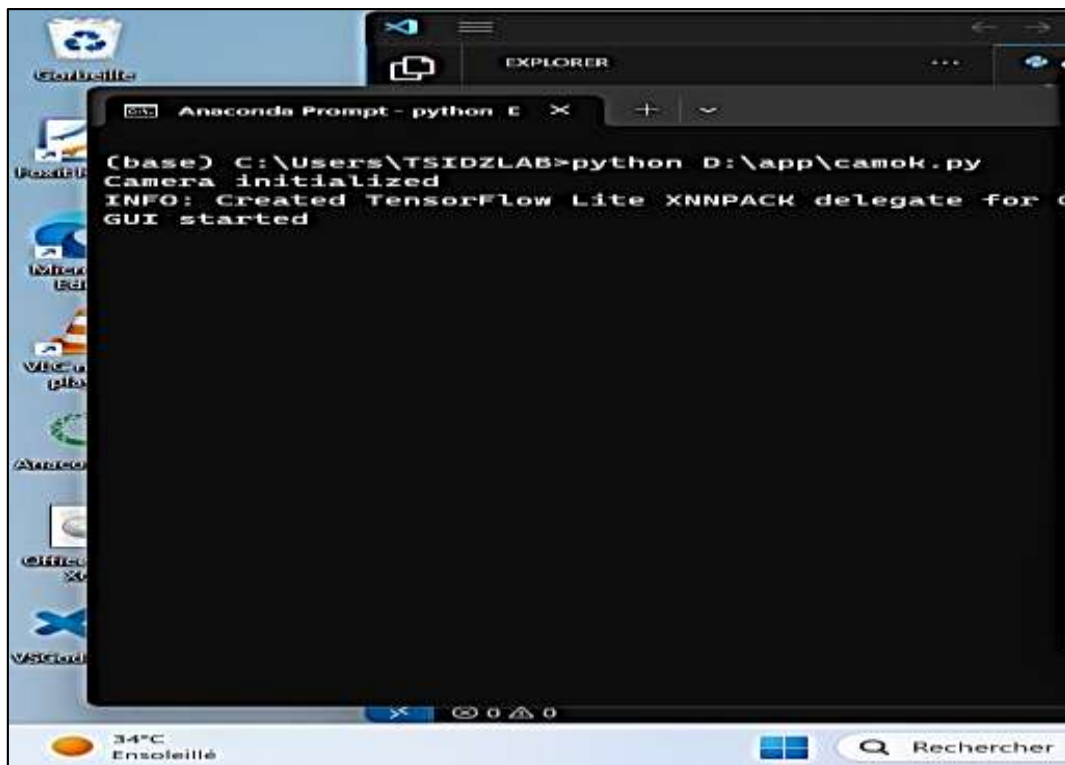


Figure3. 15:fenêtre principale

6.2.3 Implémentation de l'application

Start VS code dans un espace de travail floder :

Vous pouvez également créer un dossier via l'interface utilisateur du système d'exploitation, puis utiliser **Fichier > Ouvrir** le dossier de VS Code pour ouvrir le dossier du projet.

Créer un environnement virtuel :

Une bonne pratique parmi les développeurs Python consiste à utiliser un environnement virtuel spécifique au projet. Une fois que vous avez activé cet environnement, tous les packages que vous installez seront isolés des autres environnements, y compris l'environnement global de

l'interpréteur, ce qui réduit une grande partie des tracas pouvant résulter des conflits de session entre les versions du package. Vous pouvez créer un environnement non global dans VS Code avec Venv ou Anaconda en Python : **Créez un environnement.** (figure3.16)

Créer un fichier source python :

Dans la barre d'outils de l'Explorateur de fichiers, sélectionnez le bouton Nouveau fichier dans le dossier **App** :

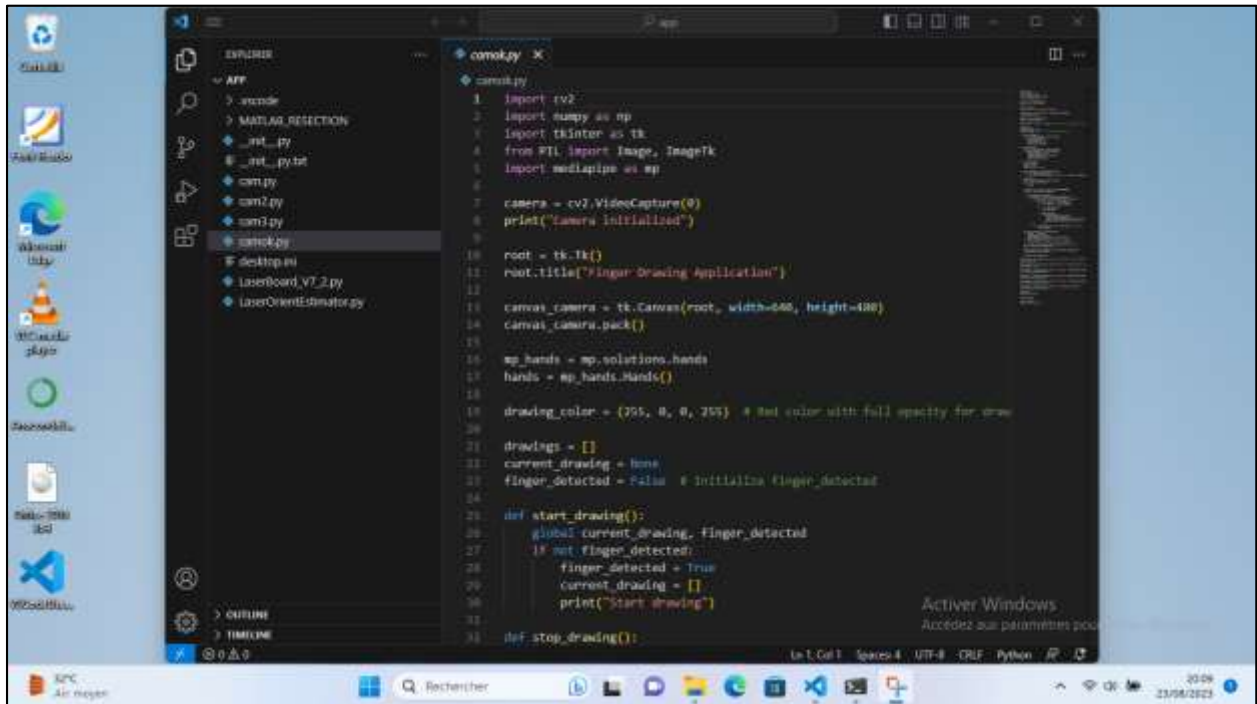


Figure3. 16: VS code de fichier App

Explication du code :

1. Importation du bibliothèque :

I. Import CV2 :

C'est une package pour l'environnement du bureau standard (Windows)

- Option1 : Main module package `pip install open cv python`
- Option2 : Full package : `pip install open cv contrib python`

Les packages sont destinés aux environnements de serveur qui ne dépendent pas des bibliothèques

Ces packages sont plus petits que les deux autres car ils ne contiennent aucune fonctionnalité GUI. Cela signifie que les packages évitent la chaîne de forte dépendance et que vous obtiendrez des images plus petites

II. Importation du Tkinter :

C'est une bibliothèque permettant de restituer des mathématiques sur les canevas Tkinter.

Pour installer tkinter écrivez simplement cette commande dans votre ligne de commande : `pip install every-tkinter`

III. Importation mediapipe :

Vous pouvez démarrer avec mediapipe solution en consultant l'un des guides de développement pour les tâches d'image, de texte et l'audio

Ces bibliothèques et ressources fournissent les fonctionnalités de base de chaque solution MediaPipe :

- **Mediapipe Tasks** : API et bibliothèques multiplateformes pour déployer des solutions
- **Mediapipe models** : modèles prêts à l'emploi et pré-entraînés à utiliser avec chaque solution
- **Mediapipe studio** : consultez, évaluez et comparez les solutions dans votre navigateur

La main :

Ce code est destiné à un système de détection et de suivi de doigt dans un environnement 3D, qui utilise une caméra pour capturer des images.

La première partie du code consiste à initialiser les caméras et à définir les paramètres de capture de la vidéo, tels que les couleurs renvoyées, le nombre de trames capturées par déclenchement et le nombre de déclenchements.

Ensuite, le code procède à la calibration des caméras en utilisant un motif de calibration et une homographie est calculée pour projeter les points capturés par la caméra sur le plan de l'image

La boucle principale du code capture les images de caméra, puis calcule la distance entre le doigt et le mur. Il détecte également la position du doigt dans l'image et projette cette position sur le mur en utilisant l'homographie calculée précédemment.

Enfin, le code met à jour une image affichée à l'écran avec la position du doigt sur le mur et la distance entre le doigt et le mur.

La détection du doigt :

Ce code définit une fonction appelée `detectFingerTip` qui prend le composant connecté (CC) en entrée et renvoie les coordonnées x et y du bout du doigt (s'il est détecté) dans CC.

Cette fonction calcule d'abord le nombre de pixels dans chaque composant connecté puis trouve l'index des composants dont le nombre de pixels est supérieur à deux fois le décalage standard du nombre de pixels.

Si des composants volumineux sont trouvés, la fonction recherche le point le plus à droite du composant le plus grand.

Pour ce faire, il parcourt la liste des grands composants et recherche la coordonnée X maximale pour chaque élément.

Il sélectionne ensuite l'élément avec la coordonnée X maximale la plus grande comme élément contenant le bout du doigt.

Il trouve ensuite les coordonnées Y et X de tous les pixels de l'élément sélectionné. Il trouve ensuite le point le plus à droite de cette composante en trouvant l'indice RHS du pixel avec la coordonnée X maximale.

Enfin, il supprime tous les points de plus de 50 pixels à partir du point le plus à droite et trouve le point avec la coordonnée Y minimale, qui est considéré comme le bout du doigt.

Les coordonnées de ce point sont renvoyées en sortie de la fonction.

Si aucun composant majeur n'est trouvé, la fonction renvoie (0, 0) comme coordonnées du bout du doigt.

6.2.4 Fenêtre principale de système :



Figure3. 17:fenêtre principale de système

La fenêtre principale contient une zone d'affichage de la vidéo.

Elle contient aussi 4 boutons pour :

- ❖ Démarrer l'acquisition vidéo en cliquant sur le bouton « **Start Drawing** », ensuite l'utilisateur pourra entourer avec son doigt la zone a sélectionné sur le tableau.

- ❖ Pour arrêter l'acquisition de la vidéo, en clique sur le bouton « **Stop Drawing** ».
- ❖ Pour supprimer, en clique sur le bouton « **Erase Drawing** ».
- ❖ Et on peut utiliser un autre bouton de configuration qui utilise la méthode de la sélection de la zone (rectangle, cercle, ellipse)
- ❖ Notre système donne les coordonnées de doigt comme suit (137,170)
- ❖ Quitter l'application en cliquant sur le bouton « **Close** ».



Figure3. 18:Suivi de doigt

7. Conclusion

On a présenté dans ce chapitre les étapes de conception du système. Ce système est capable de poursuivre une main et de dessiner sa trajectoire. Allant de l'acquisition des images, passant par les différentes étapes de traitement après parler sur l'implémentation du système et on explique une partie du code.

Dans le chapitre suivant, nous allons présenter le système et faire un test.

Chapitre 4 : Évaluation et Discussion

1. Introduction

Ce chapitre est dédié à l'implémentation de notre application et présenter les résultats des tests avec la méthode de détection de la main et aussi l'exécution des différentes fonctions

3. Test & Discussion

Dans cette section, nous présenterons les résultats des tests par méthode de détection manuelle (couleur de la peau). Le contrôle s'effectue de la manière suivante :

L'utilisateur déplace sa main dans la zone d'acquisition. Il est vérifié si le doigt est correctement suivi pour la sélection. Une erreur indique une perte d'orbite.

Nous avons effectué des tests à différentes distances entre la caméra et la surface du tableau

Proche, Eloigné

On prend le tableau suivant que signifie le résultat des tests :

Tableau 2:Résultat du test de la détection

Numéro de test	proche	Loin
Test N°1	OK	Erreur
Test N°2	OK	OK
Test N°3	OK	Erreur
Test N°4	OK	OK
Test N°5	OK	OK

Comme on peut le constater, les résultats obtenus montrent que le taux de reconnaissance est élevé pour la capture éloignée (60%), tandis que le taux de reconnaissance est moyen pour la capture proche (40%).

Parmi les problèmes rencontrés lors de la réalisation de notre système, on peut en citer trois:

Luminosité : Ce problème se produit lorsque la scène est trop lumineuse ou sous-exposée, ce qui affecte la détection et le suivi des doigts. Une mauvaise luminosité augmente le niveau de bruit dans l'image.

La reconnaissance de la main : Si la main sélectionne la zone très rapidement, le système démarre la machine et si la vitesse est très lente, le système ne détectera pas la différence et aucun mouvement n'est détecté.

Distance : On constate que la distance affecte grandement les résultats de notre système. ou parfois il détecte des réflexions de déviation

4. Conclusion

Dans ce chapitre, on a présenté les différentes étapes de réalisation de notre système ainsi que un exemple d'exécution et en reprend les problèmes rencontrés de la réalisation du système telle que la reconnaissance de la main.

Conclusion et Perspectives

La vision par ordinateur trouve de nouvelles applications dans la communication homme-machine. Vous devez utiliser une caméra connectée à une unité informatique. La communication homme-machine via la vision par ordinateur permet une interaction sans avoir besoin de "sans fil", alors que les dispositifs d'interaction normaux, le clavier et la souris, nécessitent une action humaine explicite.

La réalité augmentée est actuellement un domaine de grand intérêt et d'attention. C'est l'intersection de plusieurs disciplines, avec la réalité virtuelle, la vision artificielle, l'infographie, les mathématiques et l'optique comme piliers. Pour cette raison, certains de ses résultats dépendent des résultats dans d'autres domaines grâce à la coordination.

Cette dernière est destinée à combler un vide dans les tables traditionnelles. Basé sur le principe de la réalité augmentée, notre objectif est de commencer avec une table traditionnelle et d'introduire le bon niveau de services électroniques grâce à l'intégration de la technologie de vision par ordinateur.

Notre système détecte et surveille les mouvements des mains Ces formulaires vous permettent de sélectionner des zones de la table qui peuvent être utilisées par des processus sur la table interactive.

Plusieurs tests ont été faits sur le système. Il atteint un taux de reconnaissance de 40% en proche, et de 60% lorsque la caméra est à une distance

Comme perspective à notre travail, nous proposons de tester le système dans les conditions de luminosité d'une utilisation avec vidéoprojecteur, et en ajoutant le calibrage de la projection et de l'incrustation du menu sur un tableau. On peut ajouter un bouton de configuration qui détecte les mouvements et modélise leurs trajectoires en temps réel avec des formes géométriques simples (rectangles, cercles, ellipses, etc.).

A. Références Bibliographiques

- [1] Hallaci, Samir. Tableau magique: " une interface gestuelle en réalité augmentée et vision par ordinateur", thèse de master de Université de 8 Mai 1945 – Guelma – (2009). Dernière visite(13.06.2023)
- [2] François Bérard," Vision par ordinateur pour l'interaction homme-machine Fortement couplée ", Thèse de doctorat de l'université Joseph-Fourier-Grenoble I, Laboratoire de Communication Langagière et Interaction Personne-Système, Fédération IMAG, Février 2004.
- [3] François Bérard, «Vision par Ordinateur pour la Réalité Augmentée : Application au Bureau Numérique », DEA d'informatique de l'université Joseph Fourier U.F.R, Laboratoire de génie informatique, juin 1994.
- [4] Gilles Simon, « Réalité Augmentée », Université Henri Poincaré – Nancy 1, Article pour l'éditeur :DUNOD_Date de dernière consultation: 15 Avril 2013
- [5] Nicolas Verbeke ,« Suivi d'objets en mouvement dans une séquence vidéo » Thèse de Doctorat, université de paris Descartes. 2009
- [6] Olivier Bernier ,« Vision par ordinateur pour les interfaces : visage et gestes » Thèse de Doctorat, université de Pierre et Marie Curie, 2009
- [7] A. Laraba, « Vision par ordinateur pour la réalité augmentée : application au bureau numérique » , *esi*, mai 2014,

Disponible

à :

https://www.academia.edu/2116044/Vision_par_Ordinateur_pour_la_R%C3%A9alit%C3%A9_Augment%C3%A9e_Application_au_Bureau_Num%C3%A9rique

- [8] Medjahed Fatiha, « Détection et Suivi d'Objets en Mouvement Dans Une Séquence d'Images » thèse de magister, Université des Sciences et de la Technologie d'Oran U. S. T. O, Année 2011/2012

Disponible à : [http://dspace.univ-](http://dspace.univ-usto.dz/bitstream/123456789/81/3/medjahed_fatiha_memoire_magister.pdf)

[usto.dz/bitstream/123456789/81/3/medjahed_fatiha_memoire_magister.pdf](http://dspace.univ-usto.dz/bitstream/123456789/81/3/medjahed_fatiha_memoire_magister.pdf)

- [9] A. Agrawal, « A real time hand tracking system for interactive applications » , *iita*, janv. 2011

Disponible

à :

https://www.academia.edu/52576535/A_Real_Time_Hand_Tracking_System_for_Interactive_Applications

- [10] Christophe Lachenal « Interaction Homme-Machine et Surfaces augmentées », Thèse de doctorat, Université Joseph Fourier Grenoble I, le 20 juin 2000.
- [11] Mourad Bouzenada, " Incrustation d'objets virtuels dans des séquences vidéo pour la Réalité augmentée temps réel», Thèse de doctorat de l'université MENTOURI - Constantine, 2008.
- [12] Sébastien Annedouche, Benoît Loup, Michel Prodhomme « Le Tableau Magique», Rapport De Projet ENSIMAG, Laboratoire CLIPS-IMAG, 1998-99.
Disponible à : http://iihm.imag.fr/publs/1999/TR199902_MagicBoard.pdf.
- [13] Simon Conseil, « Suivi tridimensionnel de la main et reconnaissance de gestes pour les interactions homme machine », Thèse de Doctorat, université paul cézanne marseille, 13 Mars 2008
- [14] « Logiciels - Critères à prendre en compte - Tableaux Interactifs », Tableaux Interactifs, 11 juillet 2015.
Disponible à : <https://www.tableauxinteractifs.fr/logiciels-tni/logiciels-criteres-a-prendre-en-compte>
- [15] S. Joyner, « Comment choisir un tableau interactif pour votre classe - ViewSonic Library», ViewSonicLibrary, 16 septembre 2021.
Disponible à : <https://www.viewsonic.com/library/fr/education-fr/comment-choisir-un-tableau-interactif-pour-votre-classe/>
- [16] Amira Bouabid. Contribution à la conception d'interfaces homme-machine distribuées sur tables interactives avec objets tangibles. Interface homme-machine [cs.HC]. Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambresis, 2018.
Disponible à : https://theses.hal.science/tel02878737/preview/BOUABID_Amira2.pdf
- [17] Christophe Lachenal, « Interaction Homme-Machine et Surfaces augmentées », Effectué au laboratoire : CLIPS-IMAG, Equipe IIHM, le 20 juin 2000
Disponible à : https://www.tableauxinteractifs.fr/wp-content/uploads/docs/DEA_Lachenal.pdf

B. Références Web (Techniques)

- [W1] http://tele-ens.univ-oeb.dz/moodle/pluginfile.php/134225/mod_resource/content/2/Chap2.pdf
- [W2] « Filtre de kalman », *MATLAB & Simulink*.
<https://fr.mathworks.com/discovery/kalman-filter.html>
- [W3] « Use Kalman Filter for object tracking - MATLAB & Simulink - MathWorks France » . <https://fr.mathworks.com/help/vision/ug/using-kalman-filter-for-object-tracking.html>
- [W4] « Les caractéristiques du tableau blanc interactif » :
https://www.google.com/search?q=les+caract%C3%A9ristiques+du+tableau+blanc+interactif&sxsrf=APwXEdMq11j1DiHJ0DNIIH8fzDuSEZ9w:1679746813573&ei=_eYeZJHRIs-rkdUPvtCd4AY&start=10&sa=N&ved=2ahUKEwjRw4rBiPf9AhXPVaQEHT5oB2wQ8tMDeGQICRAE&biw=1366&bih=625&dpr=1
- [W5] « les différents types d'écran interactif » :
<https://www.tableauxinteractifs.fr/equipement/choisir-son-ecran-interactif/les-differents-types-decrans-interactifs>
- [W6] « En quoi le Tableau Numérique Interactif est-il un outil d'enseignement et/ou un outil d'apprentissage ? – Productions M1 Vannes & Lorient », 10 décembre 2016.
<http://blog.espe-bretagne.fr/prodm1vannes/en-quoi-le-tableau-numerique-interactif-est-il-un-outil-denseignement-etou-un-outil-dapprentissage/> (consulté le 23 juillet 2023).
- [W7] « Le principe de fonctionnement, du TBI » . <https://www.google.com/search?q=-+le+principe+de+fonctionnement%2C+du+TBI&oq=-+le+principe+de+fonctionnement%2C+du+TBI&aqs=chrome..69i57j33i160l4.9930j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8>
- [W8] « Tableau blanc interactif, définition, fonctionnement et plus » . <https://mobile.tbi-direct.fr/index.php?page=actu-detail&id=12135#:~:text=Le%20tbi%2C%20comment%20%C3%A7a%20marche%20le%20biais%20du%20c%C3%A2ble%20USB.>
- [W9] « Comment fonctionne le tableau interactif eBeam Edge + ? » , **Disponible sur** :
<https://www.speechi.net/fr/home/tbi/tableau-blanc-interactif-ebeam-complet/>
- [W10] « Qu'est-ce que c'est un TBI ? » :<https://www.officeeasy.fr/guides/definition-tbi.html>

Résumé

On montre une technique d'intelligence artificielle qu'on l'appelle la vision par ordinateur qui va utiliser deux types telle que : organisation du contenu et extraction de texte de la réalité augmentée qui on définit que c'est une technologie d'affichage visuel

Le tableau blanc interactif est un concept qui ouvre un nouveau champ de recherche dans les technologies d'interaction homme-machine. Il est basé dans le domaine de la vision par ordinateur, en particulier la réalité augmentée.

L'objectif du suivi du mouvement de la main est de localiser le doigt sur un tableau et de suivre son mouvement en temps réel

Le système que nous avons développé est capable de reconnaître les mouvements effectués par la main de l'utilisateur, de détecter la main afin de pouvoir la suivre.

Mots clés : Vision par ordinateur, Interaction Homme-Machine, Détection du Mouvement, Suivi du mouvement, Tableau interactif, la réalité augmenté

Abstract

We present an artificial intelligence technique called computer vision which will use two types like: content organization and text extraction from augmented reality is defined as a technology that displays images

Interactive whiteboard is a concept that opens up a new field of research in human-computer interaction technology. It is based on the field of computer vision, specifically augmented reality.

The goal of hand tracking is to locate the finger on the chart and track its movement in real time.

The system we have developed can recognize the movements made by the user's hand, detecting the hand so that it can be tracked.

Keywords : Computer vision, Human-computer interaction, Motion detection, Motion tracking, Interactive whiteboard, Augmented reality

ملخص

نعرض تقنية ذكاء اصطناعي تسمى الرؤية الحاسوبية والتي ستستخدم نوعين مثل: تنظيم المحتوى واستخراج النص من الواقع المعزز والذي نعرفه على أنه تقنية العرض المرئي تعد السبورة التفاعلية مفهومًا يفتح مجالًا جديدًا للبحث في تقنيات التفاعل بين الإنسان والحاسوب. وهي تعتمد في مجال الرؤية الحاسوبية، وتحديدًا الواقع المعزز.

الهدف من تتبع حركة اليد هو تحديد موقع الإصبع على اللوحة وتتبع حركته في الوقت الفعلي النظام الذي قمنا بتطويره قادر على التعرف على الحركات التي تقوم بها يد المستخدم، واكتشاف اليد حتى يتمكن من متابعتها.

الكلمات المفتاحية: الرؤية الحاسوبية، التفاعل بين الإنسان والحاسوب، كشف الحركة، تتبع الحركة، اللوحة التفاعلية، الواقع المعزز