

Mobilité et Multimodalité

Durée : 1 heure. **Documents autorisés :** Support de cours et notes de cours autorisés. Le barème mentionné est indicatif.

PARTIE 1 Modalité : Microgestes faits par les doigts d'une main

QUESTION 1 ou QUESTION 2 en jaune UNE SEULE AU CHOIX (chacune 10 points, environ 1/2 heure)

Nombre de personnes utilisent leur téléphone en milieu contraint (e.g. ski, tramway bondé, vélo, escalade). Nous souhaitons proposer à celles-ci un moyen d'interagir simplement et sans danger avec leur téléphone. Les microgestes de la main définissent une technique d'interaction prometteuse tant sur l'acceptation sociale et la fatigue que sur l'utilisabilité en contexte contraignant.

Par conséquent, nous souhaitons créer un gant avec un retour vibratoire qui permettrait de spécifier des commandes par microgestes. Le retour vibratoire peut servir à indiquer que la commande a bien été prise en compte mais aussi à présenter le résultat de la commande.



QUESTION 1 RÉALISATION ET PROGRAMMATION DU GANT À RETOUR HAPTIQUE (10 POINTS)

Les concepteurs ont décidé de travailler uniquement avec des microgestes effectués par le pouce sur les autres doigts (figure 1). Le gant reconnaît donc **8 taps** (un au bout du doigt et un dans la partie basse du doigt) ainsi que **4 swipes** (un pour chaque doigt).

De plus, les concepteurs ont décidé de donner aux utilisateurs la possibilité de changer les associations (microgeste, commande) pré-établies. Ceci se ferait par le biais d'une application disponible sur Android et/ou IOS.

Enfin pour réaliser le gant, ils ont choisi de s'inspirer d'une solution présentée dans un article « DigiTouch ». Le gant (figure 2) comporte une bande de tissu partiellement conductrice pour chaque doigt ainsi qu'une bande complètement conductrice pour le pouce. Chaque bande réagit telle une résistance comme le montre le schéma de la figure 3.



Figure 1 : Microgestes du pouce sur un autre doigt.



Figure 2 : Gant réalisé.

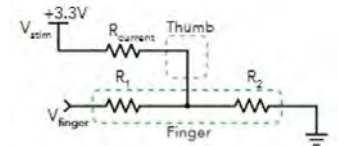


Figure 3 : Bande comme résistance.

a - (2 points) Répondez à UN de ces deux problèmes AU CHOIX :

Problème 1 - Arduino : Combien de pins seraient utilisés au total pour le branchement de ce modèle de gant sur une Arduino UNO ? Quel type d'entrée (ANALOGIQUE ou LOGIQUE) seraient utilisés ? Justifiez votre réponse par un schéma explicatif.

Problème 2 - Application : Quel enjeu et contrainte se présentent à nous pour déployer l'application sur Android et/ou IOS? Justifiez votre réponse en vous appuyant sur les langages de programmation utilisés par chacun des systèmes d'exploitation.

Les questions suivantes sont écrites en Java. Tous les langages orientés objets (Java, Python, C++, C#, etc..) sont acceptés.

b - (2 points) Vous disposez d'une classe *Microgesture*, d'une classe *Vibration* et d'une classe *Arduino*. Cette dernière vous permet de faire le lien entre votre application et votre gant. Elle est composée de deux fonctions. *handleData* traduit les données reçues par le gant en un microgeste puis utilise la fonction *send* pour envoyer les données de la vibration correspondante au gant. La classe *Microgesture* a une méthode statique nommée *recognizeMicrogesture* qui correspond à la définition suivante :

```
public static Microgesture recognizeMicrogesture(int[] index, int[] middle, int[] ring, int[] pinky)
```

Vous disposez également d'une *Map* qui permet d'associer une "clé" (ici un microgeste), à une "valeur" (ici une vibration). On peut accéder à une des valeurs d'une *Map* en lui appelant la méthode *get* avec pour attribut l'unique clé associée. Complétez la fonction *handleData*.

```
public class Arduino {
    private Map<Microgesture, Vibration> mgVibrationMap = new
    HashMap<Microgesture, Vibration>();

    public Arduino(...) { ... }
    private void send(Vibration vib) { ... }

    public void handleData(int[] index, int[] middle, int[] ring, int[] pinky) {
        // To complete
    }
}
```

c - (6 points) Votre application récupère des données brutes en provenance du gant et doit les interpréter pour obtenir le microgeste correspondant. Complétez la fonction *recognizeMicrogesture* qui prend en entrée ces données et fournit en sortie le microgeste reconnu. Vous disposez pour cela des deux constructeurs relatifs aux taps et aux swipes ainsi qu'à trois méthodes privées statiques définies ci-dessous.

```
public class Microgesture {
    // Swipe constructor
    public Microgesture(String finger, String type) { ... }
    // Tap constructor
    public Microgesture(String finger, String type, String zone) { ... }

    // Return the finger with a capital first letter->(Index,Middle,Ring or Pinky)
    private static String identifyFinger(int[] index, int[] middle, int[] ring,
    int[] pinky) { ...}

    // Return the microgesture type with a capital first letter -> (Tap or Swipe)
    private static String identifyMicrogestureType(int[] fingerData) { ... }

    // Return the tap zone with a capital first letter -> (Up or Down)
    private static String identifyZone(int[] fingerData) { ... }

    public static Microgesture recognizeMicrogesture(int[] index, int[] middle,
    int[] ring, int[] pinky) {
        // To complete
    }
}
```

QUESTION 2 EXPLORATION ET DESIGN DU CONTRÔLE DE TÉLÉPHONE PAR MICROGESTES (10 POINTS)

Nous souhaitons proposer une nouvelle façon d'interagir avec son téléphone à Margot, une étudiante valentinoise de 21 ans passionnée de ski et d'escalade. L'objectif est de lui offrir un moyen de contrôler son téléphone, qu'il soit dans sa poche ou tenu dans la main, par le biais de microgestes de votre choix qui seraient captés par un gant.

Elle doit pouvoir juger de la bonne réalisation de son microgeste par un retour haptique dans ce même gant (vibrations). Elle doit pouvoir aussi obtenir le résultat de ses commandes qui, selon le contexte d'usage, peut être présenté par retour haptique uniquement si le téléphone est dans sa poche, par retour haptique et/ou sur l'écran si le téléphone est dans sa main.

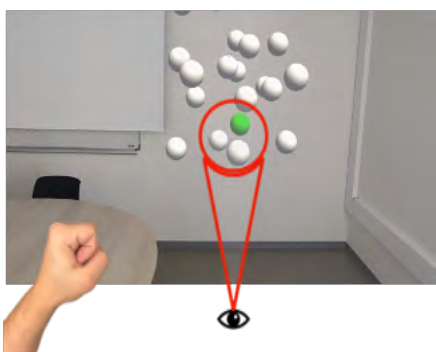
-a- (4 points) En quelques lignes (~une demi-page), faites une description en langage courant du contrôle du téléphone par les microgestes de votre choix. Imaginez que vous expliquez ce contrôle à une personne qui ne connaît pas le système et souhaite comprendre son principe général.

-b- (6 points) Sur un maximum de 2 pages, faites la description fonctionnelle précise de la manière dont l'utilisatrice contrôle l'objet. Basez-vous sur un cas d'usage (ou une mise en contexte) de votre choix pour réaliser une forme de storyboard, d'images schématiques et de textes explicatifs. Imaginez qu'une autre personne que vous réalisera le programme et que ce document lui permettra de faire son travail sans avoir besoin de vous contacter.

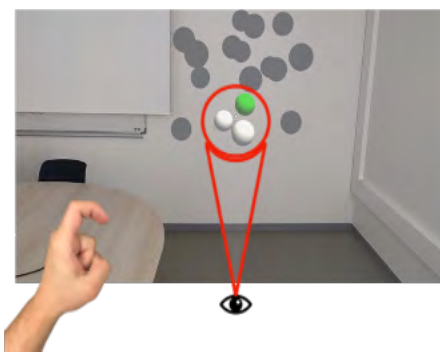
QUESTION 3 MICROGESTES ET SUIVI DU REGARD (7 POINTS, environ 20 minutes)

L'utilisatrice porte un casque de réalité augmentée et un gant pour capter les microgestes des doigts de la main. Pour sélectionner un élément en réalité augmentée, l'utilisatrice procède en deux étapes en utilisant le regard et des microgestes.

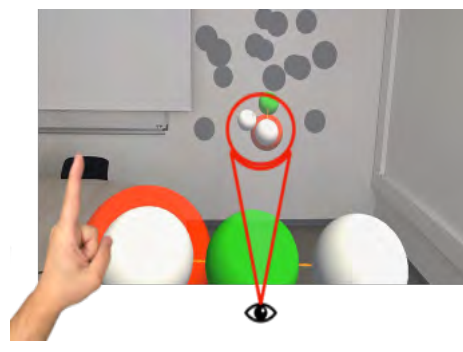
Etape 1 (figure 4) : Une première étape consiste à regarder la cible. Comme le regard ne peut pas remplacer un système de pointage précis, le regard définit un cône. Tout en regardant la scène, l'utilisatrice entrouvre son doigt ce qui lui permet de visualiser le cône en train d'être regardé. Si elle referme le doigt, rien ne sera sélectionné. Quand l'utilisatrice est satisfaite des éléments dans son cône, elle valide la sélection en ouvrant complètement son doigt. Les éléments sélectionnés du cône sont mis en évidence dans la scène et sont aussi affichés juste devant l'utilisatrice sous la forme d'une liste.



L'utilisatrice regarde la scène. Elle souhaite sélectionner la boule verte. Trois éléments sont dans le cône défini par son regard.



Pour voir les éléments dans son cône, elle entrouvre son doigt. Les éléments sont mis en évidence dans la scène (3 boules). En bougeant son regard, le cône sera mis à jour dans la scène.



Pour valider son cône, l'utilisatrice ouvre complètement son doigt. Les éléments sélectionnés sont mis en évidence dans la scène et sont affichés devant elle sous la forme d'une liste.

Figure 4 : Etape 1 : Sélection d'un ensemble d'éléments avec le regard et des microgestes.

-a- (1 point) Énoncez deux avantages de cette technique d'interaction par rapport à une technique de sélection classique par lancé de rayon (raycasting, rayon partant du dispositif tenu à la main et sélectionnant le premier objet intersecté).

-b- (3 points)

- Décrivez les deux modalités mises en jeu sous la forme <dispositif, langage>
- Caractérisez les deux modalités mises en jeu. Justifiez vos réponses.
- Caractérisez le type de multimodalité (Exclusif / Alterné / Concurrent / Synergique). Justifiez votre réponse.
- Quelle est la relation temporelle existante entre les deux modalités (Anachronisme, Séquence, Concomitance etc..) ? Justifiez votre réponse.
- Faites le diagramme CARE complet pour la tâche <sélection ensemble d'éléments>

Étape 2 : Dans le cas où le cône ne contient qu'un seul élément, la sélection est terminée. Dans le cas où le cône contient plusieurs éléments (par exemple, 3 boules à la figure 4), l'utilisatrice doit sélectionner le bon élément (par exemple la boule verte, deuxième élément à la figure 4). Dans la liste, les éléments sont organisés du plus proche au plus loin de l'utilisatrice. Par défaut, le premier élément, celui le plus proche de l'utilisatrice, est sélectionné (boule entourée de rouge à la figure 4). L'utilisatrice a deux solutions (figure 5) pour sélectionner dans la liste :

- 1) Modalité 1 - un pointage direct avec la main : en traversant l'élément avec son doigt suivi par caméra (suivi de la main comme fourni avec le casque HoloLens 2), l'élément est alors sélectionné.
- 2) Modalité 2 - en parcourant la liste avec des microgestes : Pour parcourir la liste, l'utilisatrice fait des taps du pouce sur le haut de l'index pour avancer à droite et sur le bas de l'index pour avancer à gauche. Le parcours est circulaire, ainsi un tap sur le haut de l'index alors que le dernier élément est sélectionné, sélectionne le premier élément de la liste. En ouvrant le doigt, l'élément sélectionné est validé.

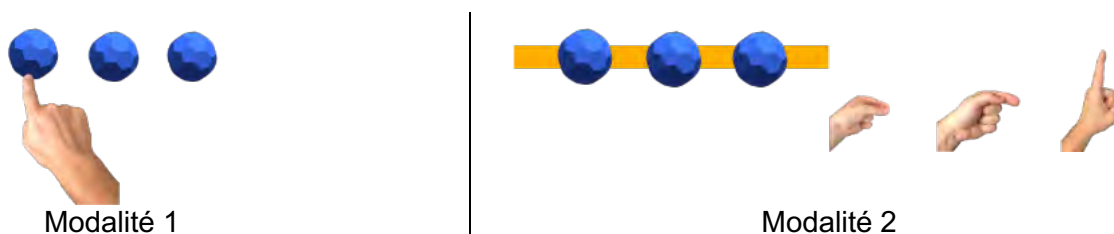


Figure 5 : Etape 2 : Sélection d'un élément dans une liste. Schéma de fonctionnement des deux modalités.

-c- (1 point) Énoncez une raison pour laquelle l'utilisatrice pourrait préférer la Modalité 2 à la Modalité 1.

-d- (2 points)

- Décrivez les deux modalités mises en jeu sous la forme <dispositif, langage>
- Caractérisez les deux modalités mises en jeu. Justifiez vos réponses.
- Faites le diagramme CARE complet pour la tâche <sélection d'un élément dans une liste>

PARTIE 2 Performances utilisateur.ice

QUESTION 4 KEYSTROKE ET LOI DE FITTS (3 POINTS, questions de cours environ 6 minutes)

-a- (1 point) KEYSTROKE : Expliquez en cinq lignes les principes du modèle KEYSTROKE. Expliquez à quoi sert le modèle et quand l'utiliser dans la réalisation (conception et développement) d'applications interactives.

-b- (2 points) LOI DE FITTS : Expliquez la loi de Fitts et son intérêt pour la réalisation d'applications interactives. Donnez un exemple de conception d'IHM et argumentez en quoi elle est meilleure qu'une autre par rapport à la loi de Fitts. Plus précisément, vous devez décrire une bonne conception ainsi qu'une moins bonne conception et argumenter en utilisant cette loi.