

## **inFORM: Dynamic Physical Affordances and Constraints through Shape and Object Actuation**

### abstract

Il utilise les affichages de formes de 3 manières pour faciliter l'interaction:

faciliter en fournissant des affordances physiques dynamiques grâce au changement de forme

restreindre en guidant les utilisateurs avec des contraintes physiques dynamiques

manipuler en actionnant des objets physique

### Introduction

Affordances= les utilisations possible ou limitation sur les façons dont nous pouvons interagir avec des objets

GUI interface utilisateur graphique-> modifie rapidement les affordances perçus pour les adapter à différents contenus et contexte (ex: dans un logiciel de dessin, un pinceau peut changer de taille/ de forme )

TUI interface utilisateur tangible -> exploite principalement les affordances de la forme physique, ainsi que leurs avantages physiologiques et cognitifs

TUI token+jetons-> limitée par la nature statique des objets donc ne peuvent pas changer de forme -> nombreux projets sont à usage unique

Pour surmonter les limites du token+jeton: apporter la dynamique des affordances visuellement perçus des GUI à l'interaction physique en utilisant des interfaces utilisateur changeantes. ces interfaces change la forme, la taille, la position et l'orientation  
ex: les boutons peuvent augmenter en taille pour faciliter l'acquisition de la cible, ou se déplacer pour laisser place à un objet.

Contraintes dynamiques-> fournissent des affordance a l'utilisateur et sert à restreindre le mouvement de l'objet -> comme les constraints de token+contraint : sert à limiter les degré de liberté des objets

Comment le changement de forme peut être utile pour manipuler des objets passifs -> pousser objets, rouler, glisser, pivoter, soulever-> augmenter les possibilités d'interactions

inFORM = plateforme d'affichage de forme 2.5D, qui permet des changements de forme qui permet des possibilités d'action de contrainte et d'activation dynamiques des token-> saisie malléable et un retour haptique (représentation de l'environnement qui implique à la fois le sens tactile et la perception de son propre corps ) à raideur variable -> mais les affichages de formes sont limités en termes d'échelle et de coût.

### Contribution

- exploration de l'espace de conception des affordances et des contraintes dynamiques
- Activation d'objets physiques via des affichages de forme
- Système de pointe pour l'actionnement de forme 2,5D rapide et en temps réel, graphiques projetés en co-localisation, suivi d'objets et manipulation directe
- Trois applications qui démontrent le potentiel de ces techniques d'interaction pour l'IHM.

Related work

Affordances perçus= affordances créé pour fournir des indices d'interaction ou des suggestions à l'utilisateur

affordances séquentielles-> interaction sur GUI

en déposant un objet l'interface peut créer des contrainte en manipuler les objets

Manipulation des objets sur une interface de manière computationnelle grâce à l'actionnement :

- l'électromagnétisme pour le mouvement 2D
- contrôle de mécanismes mécanique pour alimenter des circuits par induction dans le but de l'actionnement en hauteur
- contrainte mécanique -> moyen direct pour l'utilisateur de spécifier le comportement et les règles pour les tangibles
- vibration
- robotique

### **DYNAMIC AFFORDANCES AND CONSTRAINTS**

Affordances dynamiques = l'actionnement modifie la forme d'une interface ou d'un objet != affordances statique

-> forme générée peuvent répondre aux gestes ou aux toucher de l'utilisateur ou à la présence d'autres objets.

InForm: interface token+contraint + ajout des changement dynamique

### **Facilitate: Dynamic Physical Affordances**

Affordances dynamiques= affordances perçus + affordances réelles-> physique et fournissent un support mécanique pour l'interaction

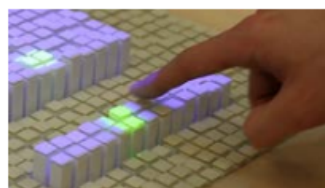
Affordances dans le système InForm= éléments physiques que l'utilisateur peut toucher

-> réagissent soit directement au toucher soit à un déplacements

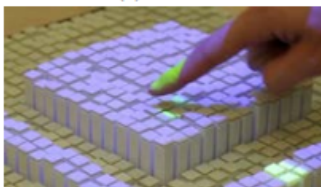
voici quelque exemple



(a) Button



(b) 1D Touch Track



(c) 2D Touch Surface



(d) Handle

Binary Switches: Buttons

boutons sont formé à partir de broches, les utilisateurs peuvent l'activer en le touchant -> enregistré comme une entrée binaire

1D Touch Track

une ligne de broches surélevées adjacentes, l'utilisateur peut toucher à différents endroits ou faire glisser -> enregistré dans une dimension d'entrée.

2D Touch Surface

plusieurs broches qui sont alignées pour former des surfaces non plane -> sur 2 dimension

Handles

interaction en hauteur-> broches peuvent être tiré vers le haut ou poussés vers le bas

Les affordances peuvent changer de forme -> ex: utilisateur appuie sur un bouton de lecture (forme triangulaire grâce à un ensemble de broche ) il peut se transformer en un bouton d'arrêt (forme carrée)

-> ils peuvent permettre les transitions fluides entre les dimensions d'entrée. Par exemple, appuyer sur un bouton pourrait le faire se transformer en un panneau tactile 2D.

-> Peuvent se modifier en fonction des objets physiques (éviter, les compléter, le suivre) ex: appareil est placé sur la table, des commandes physiques d'interface utilisateur peuvent apparaître.

-> peuvent changer en fonction de l'interaction pour permettre des possibilité ou restreindre les actions (ex: deux interfaces planes peuvent sembler identiques, et toutes deux permettre le toucher, mais une fois que l'utilisateur touches une surface une surface peut être rigide permet le toucher ou une autre plus double pour permettre d'appuyer.

### **Restrict: guider l'interaction avec des contraintes dynamiques**

Contraint-> permet de rendre des interactions difficiles ou impossible à réaliser

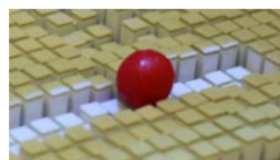
-> rend le système plus lisible

-> guide l'utilisateur dans l'exécution de certaines interactions grâce à une interaction physique avec les contraintes

-> peuvent être modifiés dynamiquement (forme,taille,emplacement,orientation) pour s'adapter à l'entrée de l'utilisateur ou pour refléter les états de programme changeants  
ex:



(a) Well



(b) Slot



(c) Ramp



(d) Surface

Maintien des jetons et détection de la présence : Puits

Conteneurs -> placer un jeton à l'intérieur ou le retirer est détecté comme une action

binaire-> jetons peut être tourner en fonction de sa forme ou de la forme du puits-> degré de liberté

Restriction des mouvements 1D: fente

contraignent la direction dans laquelle un utilisateur peut déplacer un jeton -> contrôler un paramètre 1D -> transformer leur forme pour favoriser le mouvement des jetons dans une certaine directions ou pour le gêner

Influencer les mouvements : Rampes et Surfaces courbe

Faciliter ou entraver le déplacements des jetons -> ex rampes: faciliter ou restreindre le mouvement d'un jeton en raison de la gravité

Interaction avec les contraintes physiques dynamique

->puits changent de taille en fonction de la forme, taille et au nombre de jetons. Ils peuvent aussi s'approfondir pour déplacer hors de la portée de l'utilisateur

-> puits peuvent se transformer en fente par exemple un puits qui est un bouton qui se transforme en menu déroulant (fente)

### **Manipuler : Actionner des objets avec des écrans de forme**

écran de forme-> manipuler les objets passifs pour créer des affordances et des contraintes dynamiques -> objets passifs peuvent élargir leur utilisation/opportunité d'interaction. -> résoudre des problème que interface tangible classique ne peut pas résoudre -> augmente le degré de liberté

Inform-> manipule des formes géométriques

facteur : masse de l'objet, la force des moteurs et le frottement entre la surface de l'écran de forme et l'objet passif.

Manipuler les objets sur la surface par actionnement

soulevé verticalement par le système

incliner pour pencher dans une direction (ex: orienter la surface d'un objet vers un utilisateur)

peuvent être déplacer sur l'axe x,y grâce :

- soulevées et provoquer un glissements le long d'un plan incliné
- le mouvement vertical peut pousser un objet latéralement ou induire un roulement
- inclinaison peut faire basculer de manière contrôlée en alternant inclinaison et la capture

peut être pivoté autour de l'axe Z de la même manière -> fonctionne que sur les objets conique ou rectangulaire ou verrouiller un objet à un point d'ancrage

Faire trembler un objet -> permet d'attirer l'attention

Interaction de l'utilisateur

arrêter l'interface d'actionner les objets

- soulevant l'objet
- maintenant l'objet
- placer des barrière physique (ex barrière murale en carton)
- déformer les formes à main nue

### **Paramètre de l'espace**

les propriétés physiques d'un élément influent sur la manière dont nous interagissons avec lui. les interface dynamique peuvent modifier ces propriété dynamiquement -> une plus grande flexibilité

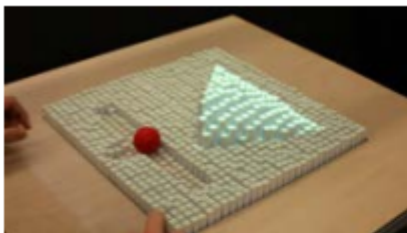
les affordances qui peuvent être contrôlés dynamiquement par inFORM:

- Forme des éléments: ce qu'elle représente ou comment elle peut être touché
- Taille: liée à la physiologie de l'utilisateur: suffisamment grand pour que l'utilisateur la manipule, assez petit pour l'insérer. dynamique= meilleure ergonomie car peuvent changer les formes != statique
- Position et orientation : utilisateur peuvent pas facilement soulever et réarranger les objets -> résolution: jetons physiques passifs qui permettent ces interactions, tout en pouvant également être contraints et actionnés par la forme de la surface d'affichage.
- Couleur: permet des affordances perçues en utilisant un affichage intégré, une projection ou la réalité augmentée
- Haptique: changer dynamiquement la résistance d'une broche lorsqu'elle est pressée par l'utilisateur
- Visibilité : en changeant la taille d'un élément, il peut disparaître ou apparaître != statique
- Mouvement: changement de paramètre dans le temps

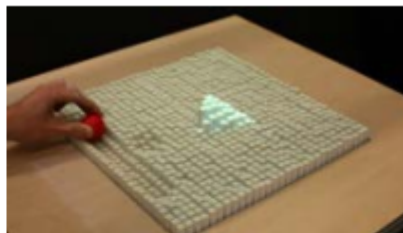
## DEMONSTRATION APPLICATIONS

### manipulation de modèle 3D

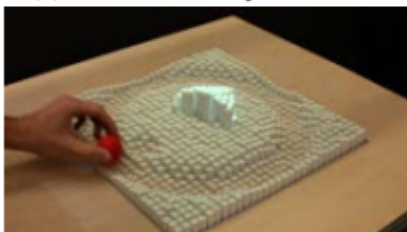
modèle 3D-> démontre comment inFORM peut être utilisé pour rendre des représentations de modèle 3D que l'utilisateur peut parcourir, utiliser des jetons et des outils pour transformer, éditer, ou peindre



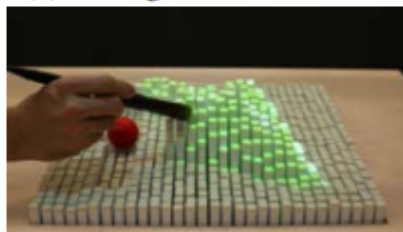
(a) Token inside dynamic slot



(b) Moving token scales model



(c) Rotation in circular slot



(d) Painting geometry with tool

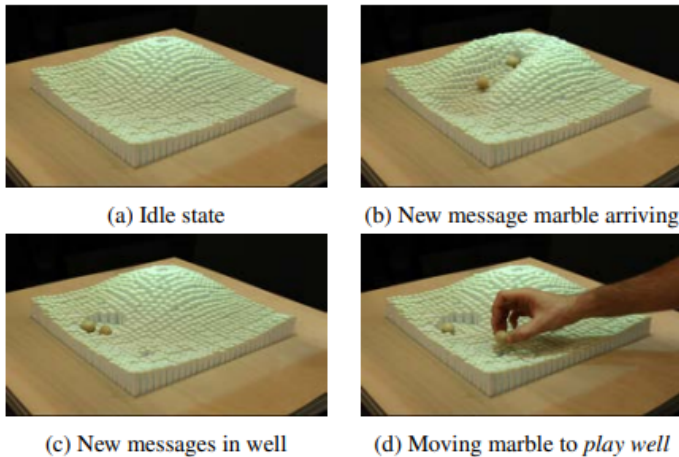
- la balle va dans un puit qui se transforme en fente
- il peut déplacer la balle sur les extrémités de la fente
- un mode rotation est disponible qui transforme la fente en cercle

Pour quitter les modes l'utilisateur enlève la balle et la remet dans le puit

- Permet de modifier la géométrie (en appuyant sur une pédale)

### Marble Answering Machine

Recevoir stocker et lire des messages vocaux représentés sous forme de billes physiques  
surface continue avec une colline surélevée et un trou



d) pour lire un message l'utilisateur prend une bille et la met dans le puit, le puit se transforme en fente la bille se déplace dans la fente (représentant la lecture du message) les utilisateurs peuvent prendre la bille pour arrêter le message ou la frotter dans la fente pour revoir des parties du message (ou mettre des barrières). Une fois le message lu -> bille est dans le puits de message. mettre la bille dans le trou de milieu efface le message

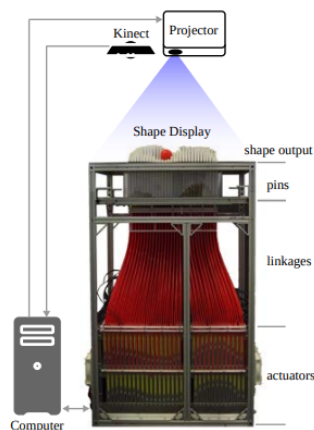
### Activation de dispositifs interactifs sur la surface

actionner des appareils interactifs (tablette, téléphones) qui peuvent être déplacés, inclinés, tournés et vibrés.

mettre des boutons sur l'interface en lien avec l'appareil (ex: boutons appel)

Ex : smartphone pourrait être incliné vers l'utilisateur lors d'un appel téléphonique ou d'une alerte

## IMPLEMENTATION



## DISCUSSION AND FUTURE WORK

Tester sur 50 personnes sur l'application de manipulation 3D -> très satisfait

PB-> utilisateur parfois du mal avec le chevauchement physique du contenu et des éléments d'interface utilisateur

-> transition rapide de forme étaient déconcertantes pour les utilisateurs

Les interfaces utilisateur de type Jamming ?

