

## Interactive System インタラクティブシ テム特論(7)

Hiroyuki Kajimoto  
kajimoto@hc.uec.ac.jp  
Twitter ID kajimoto  
Hash tag #itsys

### Schedule

- 4/7講義(lecture)1
- 4/14 講義(lecture)2
- 4/21講義(lecture)3
- 4/28講義(lecture)4
- 5/5 こどもの日
- 5/12出張のため休講
- 5/19講義(lecture)5
- 5/26講義(lecture)6
- 6/2講義(lecture)7
- 6/3(土)オープンラボ研究室見学(任意)
- 6/9 出張のため休講
- 6/16講義(lecture)8
- 6/23講義(lecture)9
- 6/30出張のため休講
- 7/7プレゼンテーション(presentation)1(テデルコフ先生セミナー  
<https://sites.google.com/site/dzmitrysetserukou/>)
- 7/14 World Haptics Conference報告(梶本)
- 7/21 CHI, UIST, Siggraph報告(梶本)

変更

### 【最終レポート】

今年は発表してもらう時間がとれないので...

以下の学会から**インタラクティブシステムに関連するフルペーパー1本**を選び、その内容を**5分以下のプレゼン**にしてビデオ撮影、自分のアカウントでYoutubeにアップして、リンクアドレスを提出してください。

(これまでどおりレポート提出のwebページを使用)。

2017年のCHI/IEEE-VR/3DUI/World Haptics,  
2016年のSiggraph, Siggraph Asia

梶本が講義中に紹介したのも良い。  
締め切りは**8/4(金)**

著作権のあるコンテンツになるので、「リンクを知っている人のみ閲覧可能」のオプションを用いること。

### Outline of the lecture

1. 人間計測手法/Measuring Human
2. 視覚/Human Vision System
3. 視覚センシング/Visual Sensing
4. 視覚ディスプレイ/Visual Display
5. 聴覚、聴覚インタフェース/Auditory Interface
6. 触覚、触覚インタフェース/Tactile Interface
7. **触覚、触覚インタフェース2/Tactile Interface**
8. 力覚、力覚インタフェース/Haptic Interface
9. 移動感覚インタフェース/Locomotion Interface



### 触覚ディスプレイ

#### 現状 福祉用途

- 点字ディスプレイ
- 小型カメラを用いた  
視覚⇒触覚変換(Optacon)

ユーザインタフェース

- ゲーム機, 携帯電話: 振動



#### 今後 リアルな皮膚感覚の実現

遠隔コミュニケーション/遠隔操作/ゲーム?  
もう一歩先はどうすれば見つかるのか?

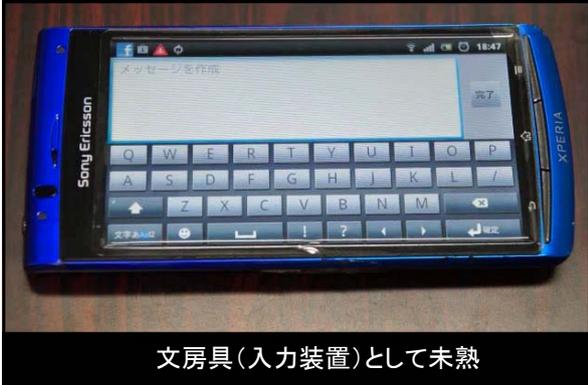
5

### 最近の研究から見る

### 触覚ディスプレイの応用分野の傾向

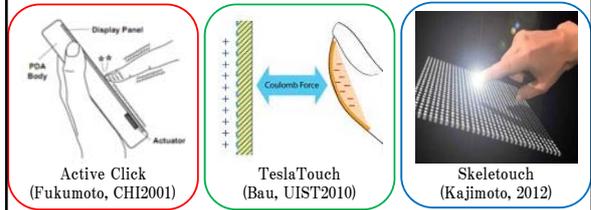
- **Touch Panel**
  - なににほとんどあれタッチパネル。市場が巨大すぎる
- **Emotion, Affection**
  - 触覚は驚きから愛情まで、幅広い情動へ働きかけることができる
- **Navigation, Instruction**
  - 触覚は身体座標に直接提示できる。また無意識の運動も誘導できる
- **Reality, Multimodal**
  - 触覚が視聴覚に加わることでコンテンツの現実感をあげることが出来る
- **The Whole Body**
  - 身体全体への触覚提示により、触覚にも「臨場感」が生じる
- **Tactile AR**
  - 触覚を現実世界で使うことでAR化する

# TouchPanel: 問題点



文房具(入力装置)として未熟

# タッチパネルに触覚を付与する



「透明」という制約のため、可能な手法は限定

- ✓ 全面振動
- ✓ 摩擦制御
- ✓ 神経駆動

# 全面振動

Active Click (Fukamoto, CHI2001)

	空間解像度	能動性
全面振動	Low (finger size)	Active

# 摩擦係数の制御

TeslaTouch (Bau, UIST2010)

	空間解像度	能動性
全面振動	Low (finger size)	Active
摩擦制御	Potentially High	Passive

# 静電気吸着の利用

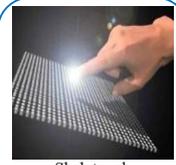
TeslaTouch (Bau, UIST2010)

# 超音波の利用

超音波で「ツルツル」「ザラザラ」を再現——富士電機、触覚が得られるタブレットを試作 (07)

[cts/TPaD/index.htm](http://cts/TPaD/index.htm)

電気刺激による直接駆動



Skeletouch  
(Kajimoto, 2012)



	空間解像度	能動性
全面振動	Low (finger size)	Active
摩擦制御	Potentially High	Passive
神経駆動	High	Active

透明電極(2012. Mar)



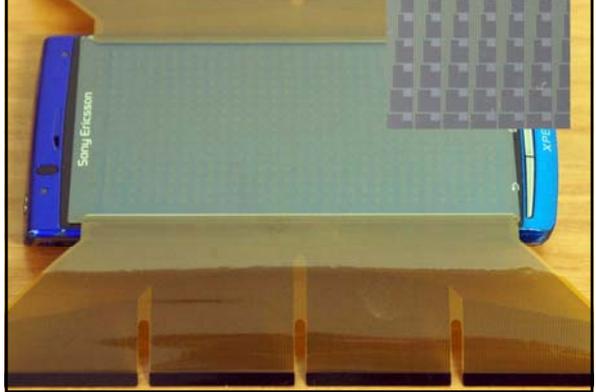
64 transparent electrodes are made of ITO  
(Indium, Tin, Oxide)

刺激と計測

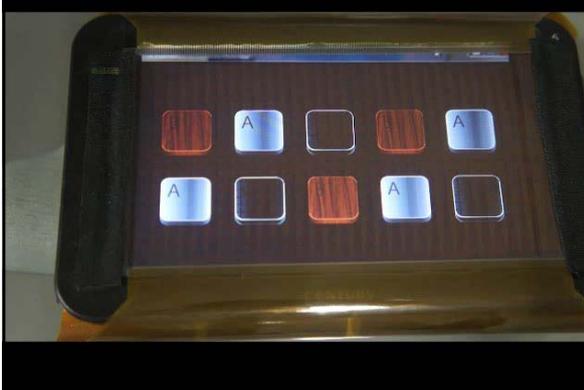


はじめからタッチパネルの機能を備えている

第二試作:512 電極 (SIGGRAPH ASIA 2012)

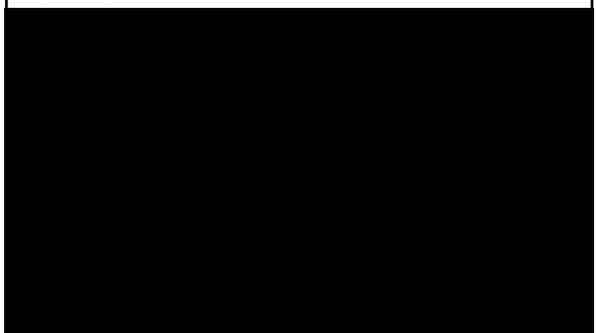


Demonstration



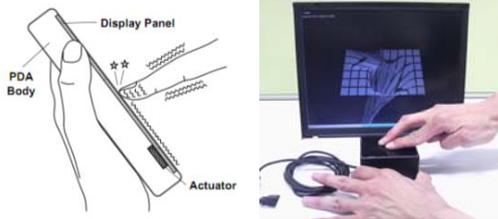
Haptic Edge Display for Mobile Tactile Interaction

Sungjune Jang, Lawrence H Kim, Kesler Tanner, Hiroshi Ishii, Sean Follmer, CHI2016



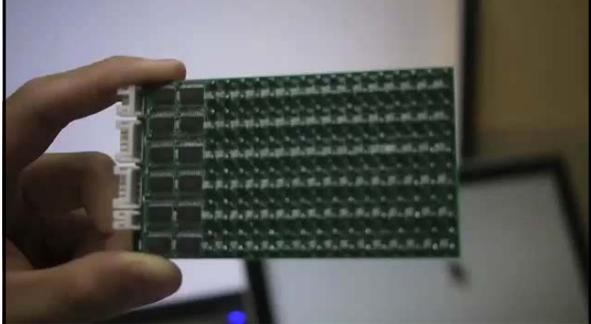
モバイルデバイスの側面に1次元触覚提示を行う。画面の自然な拡張として機能。

## タッチデバイスを良くする2つの方向性



- ユーザに新たな手がかりを与える⇒(触覚)ディスプレイ
- システムに新たな手がかりを与える⇒(触覚)センサ

## Sensing (新たなセンシングが新たなインタラクションを生む)



GaussSense UIST2012

## Sensing (新たなセンシングが新たなインタラクションを生む)



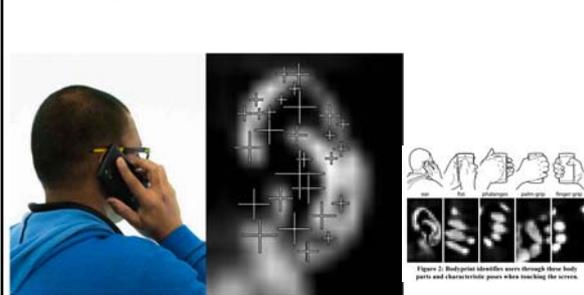
GaussBricks: Magnetic Building Blocks for Constructive Tangible Interactions on Portable Displays CHI2014

## Sensing (新たなセンシングが新たなインタラクションを生む)



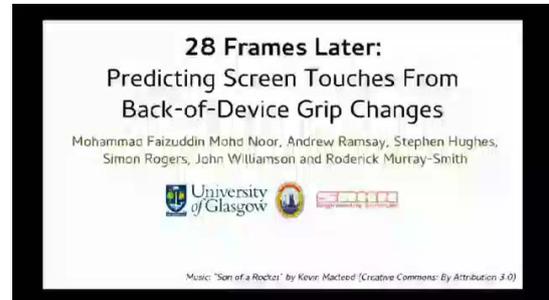
Fiberio: A Touchscreen that Senses Fingerprints, UIST2013

## Sensing (新たなセンシングが新たなインタラクションを生む)



Bodyprint: Biometric User Identification on Mobile Devices Using the Capacitive Touchscreen to Scan Body Parts, CHI2015

## Sensing (新たなセンシングが新たなインタラクションを生む)



28 Frames Later: Predicting Screen Touches From Back-of-Device Grip Changes CHI2014

Fingers of a Hand Oscillate Together: Phase Synchronisation of Tremor in Hover Touch Sensing John Williamson, CHI2016



2本の指で接触している時に、それらが同一の手からの2本指か、両手の1本ずつの指か、を、振動の相関によって調べる。同一の手からの2本指は高い相関を持って振動する。クレーバーなセンシング手法

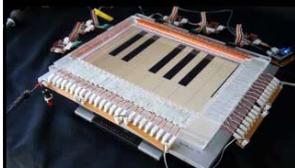
Sensing (新たなセンシングが新たなインタラクションを生む)



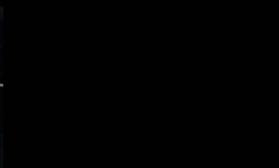
CHI2013  
How Fast is Fast Enough? A Study of the Effects of Latency in Direct-Touch Pointing  
Tasks [http://www.youtube.com/watch?feature=player\\_embedded&v=vOvQCPLkPt4](http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=vOvQCPLkPt4)

### 衝突速度検出 / スティックへの振動付与

Existing touch sensor



Proposed touch sensor



Using an existing touch sensor, the performer can play a piano on LCD. However, the performer cannot accentuate the sounds.

T. Hachisu, et al.: HaCHIStick: Simulating Haptic Sensation on Tablet PC for Musical Instruments Application, UIST2011  
T. Hachisu, et al.: HACHISStack: Dual-Layer Photo Touch Sensing for Haptic and Auditory Tapping Interaction, CHI2013

### 腕時計タイプへのシフト Shift to SmartWatch Applications



<http://www.youtube.com/watch?v=BNT1xC9wwLs>  
3x3 Watch-back Tactile Display

Investigating the Information Transfer Efficiency of a 3x3 Watch-back Tactile Display, CHI2015

### 最近の研究から見る応用分野の傾向

- Touch Panel**
- なにはともあれタッチパネル。市場が巨大すぎる
- Emotion, Affection**
- 触覚は驚きから愛情まで、幅広い情動へ働きかけることができる
- **Navigation, Instruction**
  - 触覚は身体座標に直接提示できる。また無意識の運動も誘導できる
- **Reality, Multimodal**
  - 触覚が視聴覚に加わることでコンテンツの現実感をあげることが出来る
- **The Whole Body**
  - 身体全体への触覚提示により、触覚にも「臨場感」が生じる
- **Tactile AR**
  - 触覚を現実世界で使うことでAR化する

### Emotion (情動)

映画鑑賞時に、シーンにあった情動を誘起する振動パターンを提示

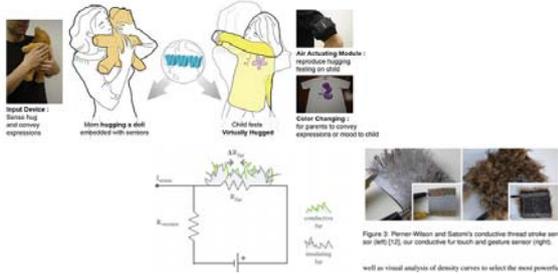




(Phillips) Lemmens, P. Crompvoets, F. Brokken, D. van den Eerenbeemd, J. de Vries, G.-J., "A body-conforming tactile jacket to enrich movie viewing," Haptics Symposium 2009.

30

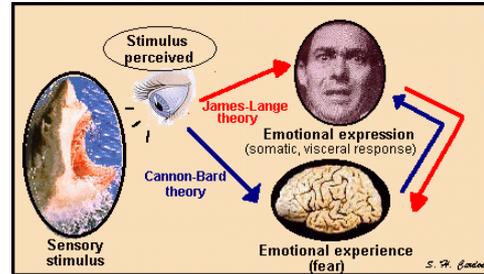
## Affection(愛情、愛着)



- James The et al., Mobile Implementation and User Evaluation of the Huggy Pajama System
- Anna Flagg et al., Conductive Fur Sensing for a Gesture-Aware Furry Robot 共にHaptics Symposium 2012

31

## 心を相手にする:二つの考え



- コンテンツのリアリティ・臨場感を向上させ、それによって情動を増幅する。⇒そのために触覚！
- 情動によって生じる自己の「生理反応」を提示し、それによって情動を誘導する。⇒そのために触覚！

32

## 触覚による情動増幅



K.Aou, A.Ishii, M.Furukawa, S.Fukushima, H.Kajimoto:The Enhancement of Hearing using a Combination of Sound and Skin Sensation to the Pinna, UIST2010

## Hair as an Emotional Display



## Affection(愛情、愛着)



The Trial of Bendi in a Coffeehouse: Use of a Shape-Changing Device for a Tactile-Visual Phone, 2015

## 最近の研究から見る応用分野の傾向

- **Touch Panel**
  - なにはともあれタッチパネル。市場が巨大すぎる
- **Emotion, Affection**
  - 触覚は驚きから愛情まで、幅広い情動へ働きかけることができる
- **Navigation, Instruction**
  - 触覚は身体座標に直接提示できる。また無意識の運動も誘導できる
- **Reality, Multimodal**
  - 触覚が視聴覚に加わることでコンテンツの現実感をあげることが出来る
- **The Whole Body**
  - 身体全体への触覚提示により、触覚にも「臨場感」が生じる
- **Tactile AR**
  - 触覚を現実世界で使うことでAR化する

## Haptic Navigation: Conventional Approach



J. B. F. van Erp, EuroHaptics 2006

van der Linden et al., CHI 2011

Teach where to move, when to move, how to move,  
and what is wrong.  
“Understanding” (=central brain process) is required.

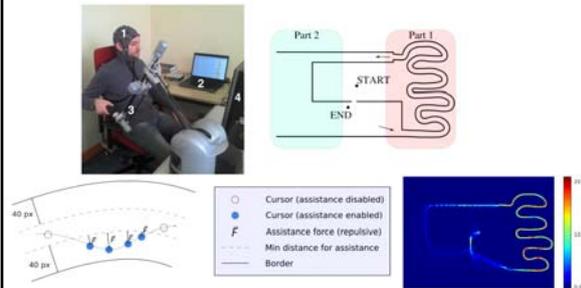
## 振動によるナビゲーション



- 現在の手と頭の位置をセンシング、目標位置との関係から振動によってガイド
- 目標発見時間の短縮

Ville Lehtinen et al., Dynamic Tactile Guidance for Visual Search Tasks, UIST2012

## BMIによる自動調整(Lecuyer他)



- 触覚ガイドの強さを、脳活動に応じて変化させる。
- 難しい所にさしかかると自動的に強くガイドしてくれる。

Laurent George, Maud Marchal, Loëiz GLONDU & Anatole Lécuyer  
Combining Brain-Computer and Haptic Interfaces: Detecting Mental Workload to Adapt Force-Feedback, EuroHaptics2012

## Navigation, Instruction



- 各指への振動パターン提示⇒指の使い方を覚える？
- 触覚提示による運動パタンの学習事例？

Huang, K., Stamer, T., Do, E., Weinberg, G., Kohlsdorf, D., Ahlrichs, C. and Leibrandt, R. Mobile Music Touch - Mobile Tactile Stimulation for Passive Learning. CHI 2010.

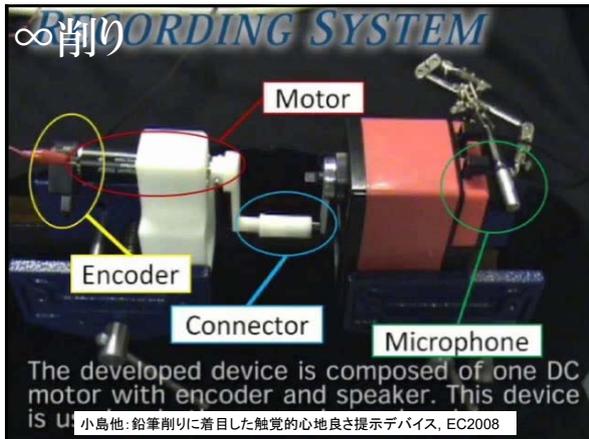
## 最近の研究から見る応用分野の傾向

- **Touch Panel**
  - なにはともあれタッチパネル。市場が巨大すぎる
- **Emotion, Affection**
  - 触覚は驚きから愛情まで、幅広い情動へ働きかけることができる
- **Navigation, Instruction**
  - 触覚は身体座標に直接提示できる。また無意識の運動も誘導できる
- **Reality, Multimodal**
  - 触覚が視聴覚に加わることでコンテンツの現実感をあげることが出来る
- **The Whole Body**
  - 身体全体への触覚提示により、触覚にも「臨場感」が生じる
- **Tactile AR**
  - 触覚を現実世界で使うことでAR化する

## スパイスとしての触覚

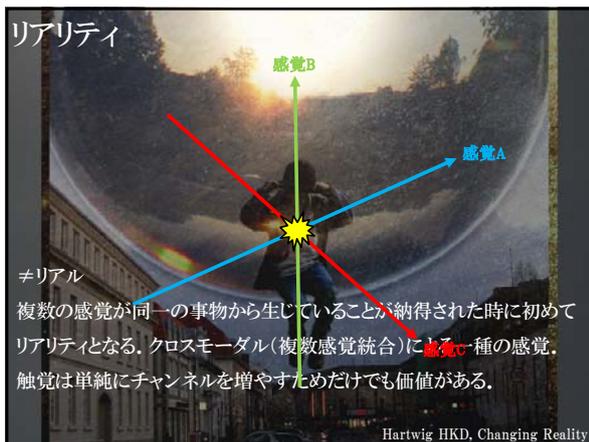


(株)バンダイ ∞プチプチ



## Techtile Toolkit (仲谷他)

<http://www.techtile.org/>



## 最近の研究から見る応用分野の傾向

- **Touch Panel**
  - なにはともあれタッチパネル。市場が巨大すぎる
- **Emotion, Affection**
  - 触覚は驚きから愛情まで、幅広い情動へ働きかけることができる
- **Navigation, Instruction**
  - 触覚は身体座標に直接提示できる。また無意識の運動も誘導できる
- **Reality, Multimodal**
  - 触覚が視聴覚に加わることでコンテンツの現実感をあげることが出来る
- **The Whole Body**
  - 身体全体への触覚提示により、触覚にも「臨場感」が生じる
- **Tactile AR**
  - 触覚を現実世界で使うことでAR化する

## 全身性



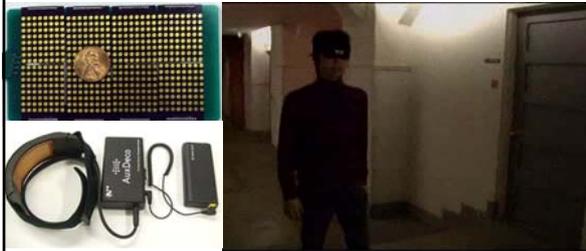
- 視覚: 広視野になると「臨場感・没入感」という価値を発生
  - 触覚: 全身提示によって同様の価値が生じる。
- すでにここまでの応用事例の多く(ほとんど?)が「指先」では無くなっている。

47

## The Whole Palm



## Forehead as a Canvas



Tactile-vision substitution system (TVSS) for visually handicapped.  
Forehead was used for intuitive understanding  
(what you are facing is what you are feeling on your face).

Kajimoto et al., "Forehead Electro-tactile Display for Vision Substitution," EuroHaptics 2006

## 虫How(2007学生プロジェクト)



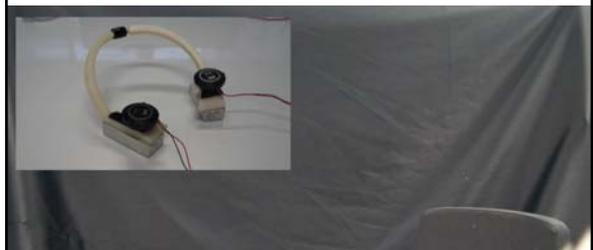
## 臨場感



≠リアル  
「その場」に「私」が「臨んでいる」感覚。  
提示されているものと自分との相対関係  
が納得された時に初めて臨場感となる。  
つまり臨場感とは、鑑賞者自身の発見で  
あり、触覚は非常に適している。

http://www.gizmodo.jp/2013/09/2d.html

## コンパクトな臨場感:鎖骨経由の骨伝導



We propose a mobile whole body  
tactile presentation system.

櫻木, 池野, 岡崎, 梶本: 鎖骨を介した振動伝播による体内触覚提示, エンタテインメントコンピュータリング2014

## 日常の臨場感:シャワーによる音楽増強



K. Hoshino, M. Koge, T. Hachisu, R. Kodama, H. Kajimoto, "Jorro Beat: Shower Tactile Stimulation Device in the Bathroom," In CHI 2015 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems. ACM, 2015.4, Seoul, Korea

## プロジェクションを用いた全身触覚

### HALUX

Projection-based Interactive Skin for Digital Sports

Haruya Uematsu  
Daichi Ogawa  
Ryuta Okazaki  
Taku Hachisu  
Hiroyuki Kajimoto

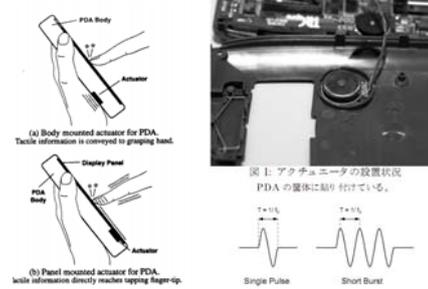
Sound is included in the video

プロジェクション通信:世界座標系に情報を付与する簡便な方法。  
触覚の観点では、通信遅延をなくす手法とみなせる。  
Uematsu et al.: HALUX: Projection-based Interactive Skin for Digital Sports. SIGGRAPH16

## 最近の研究から見る応用分野の傾向

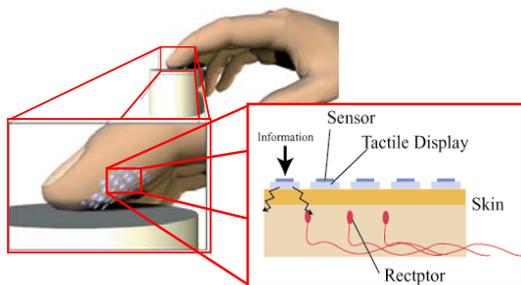
- **Touch Panel**
  - なにはともあれタッチパネル. 市場が巨大すぎる
- **Emotion, Affection**
  - 触覚は驚きから愛情まで、幅広い情動へ働きかけることができる
- **Navigation, Instruction**
  - 触覚は身体座標に直接提示できる。また無意識の運動も誘導できる
- **Reality, Multimodal**
  - 触覚が視聴覚に加わることでコンテンツの現実感をあげることが出来る
- **The Whole Body**
  - 身体全体への触覚提示により、触覚にも「臨場感」が生じる
- **Tactile AR**
  - 触覚を現実世界で使うことでAR化する

## 簡便な触覚AR: クリック感の付与 Simplest Tactile AR: Adding Clicking Sensation



クリック音のかわりに短時間の振動を与える。  
接触という元の触覚にクリック触覚が追加されているという意味で触覚AR?  
Fukumoto et al., Active click: tactile feedback for touch panels CHI2001

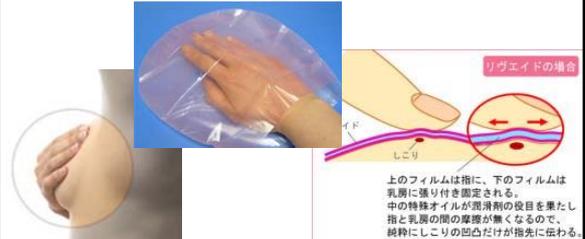
## 触覚のAR? / Tactile AR?



新しい人工受容器として機能

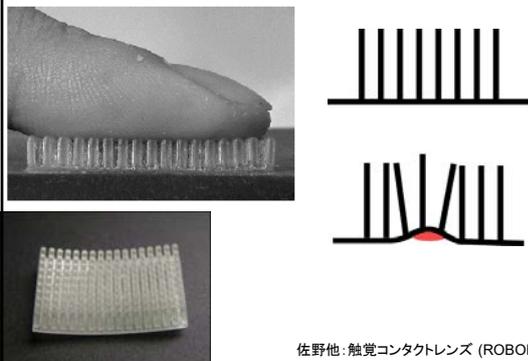
57

## 触覚ARとしての乳がん診断具/ Breast Cancer Checker as Tactile AR



乳がん自己診断具 / Checking Breast Cancer  
潤滑オイルの入った袋ごしに撫でると、表面のテクスチャに依存せず内部のしこり(腫瘍、tumor)を知覚できる  
Rub breast through oil-contained thin plastic bag. The oil reduces surface texture, and internal tumor can be observed

## 触覚のAR: 触覚コンタクトレンズ Tactile Contact Lens as Tactile AR

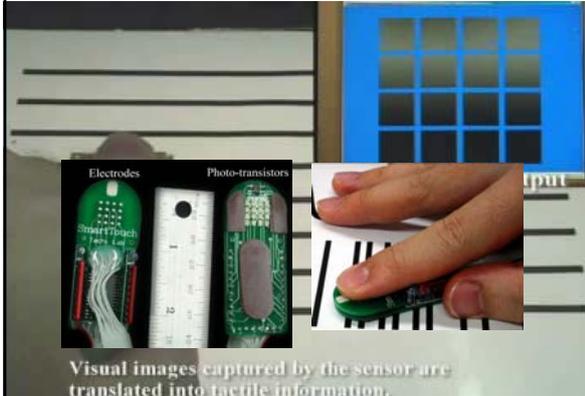


佐野他: 触覚コンタクトレンズ (ROBOMEC'04)

## SmartFinger (Ando 2000)



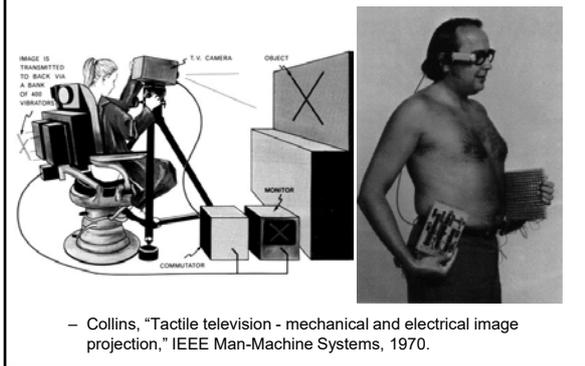
SmartTouch(Kajimoto 2003)



オプタコン: 視触覚変換装置 / Optacon: Vision-Tactile Converter (1976)



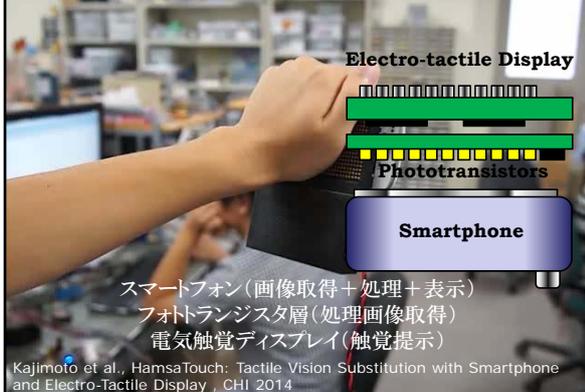
視覚-触覚変換  
Vision-Tactile Conversion for the blind



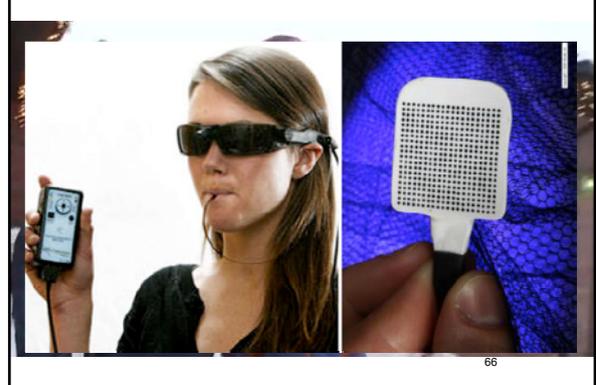
Forehead Retina System (AuxDeco)



低コスト感覚代行:HamsaTouch



BrainPort (Wicab)





小テスト／Mini Test 次回開始まで

今回はなし