

Interactive System
インタラクティブシス
テム特論(7)

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

Schedule

- 4/5 • 講義(lecture)
- 4/12 • 講義(lecture)
- 4/19 • 講義(lecture)
- 4/26 • 講義(lecture)
- 5/10 • 休講
- 5/17 • 講義(lecture)(休講の可能性あり)
- 5/24 • 講義(lecture)
- 5/31 • 講義(lecture)
- 6/7 • 休講 (6/1 オープンラボ研究室見学(任意))
- 6/14 • 講義(lecture)
- 6/21 • 講義(lecture)
- 6/28 • 講義(lecture)
- 7/5 • プレゼンテーション(presentation)1
- 7/12 • 休講 (6/15 オープンラボ研究室見学(任意))
- 7/19 • プレゼンテーション(presentation)2
- 7/26 • 休講

【最終レポート】

今年は人数が多く発表時間がとれないので...

7/5,7/19は梶本の講義とします.

以下の学会からインタラクティブシステムに関連する**8ページ以上のフルペーパー**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).

現時点で最新のCHI/UIST/IEEE-VR/Siggraph/Siggraph Asia/World Haptics/Haptics Symposium/EuroHaptics

締め切りは2019年**7/26(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. 友人と相互にそのリンクが見れることを確認しましょう.

ビデオへの変換: 「ナレーションモード」で音を入れたあとで「自動再生モード」で確認し, ファイル→エクスポート→動画

もちろんビデオカメラで撮影しても構いません.

【Final Report】

As there are too many participation in this class,

7/5,7/19 are changed to my lectures.

Choose one “Full-paper” from conferences below, and prepare less-than-5 minutes presentation. Take a movie and upload it to Youtube, and submit the link (submission is done by ordinary report page)

Most recent CHI／UIST／IEEE-VR／ 3DUI／Siggraph／Siggraph Asia／
World Haptics／Haptics Symposium／EuroHaptics

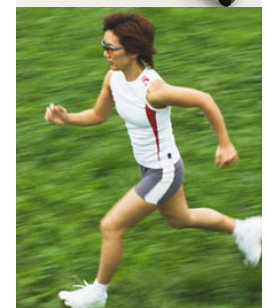
Deadline: 2019/7/26

As the contents contains copyright materials, set the option “viewable only by who knows the link”. Check with your friends if the link is active.

Conversion from pptx to video: Use “narration mode” and “auto play mode”. Then File – Export – Movie. You can also take movie by videocam.

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

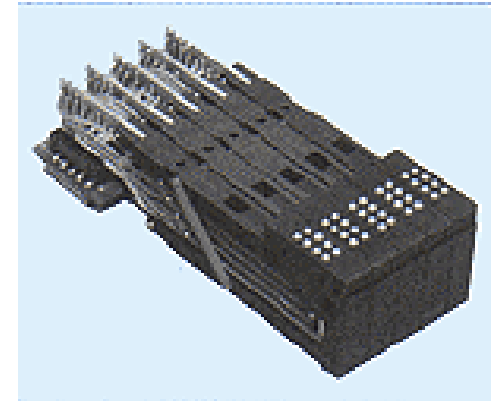


触覚ディスプレイ

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)



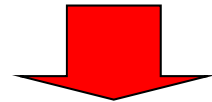
ユーザインタフェース

- ゲーム機, 携帯電話: 振動



今後

リアルな皮膚感覚の実現



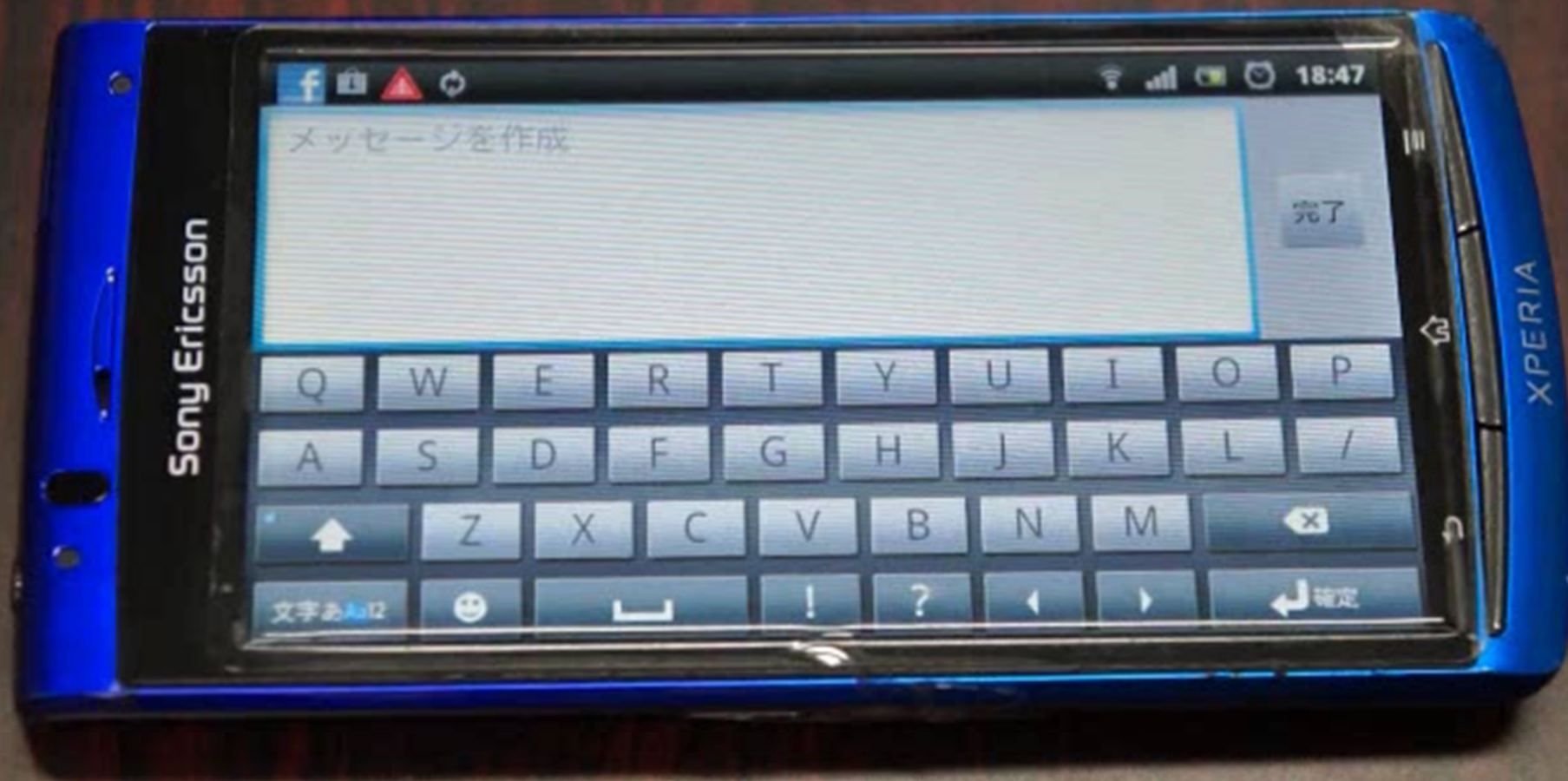
遠隔コミュニケーション／遠隔操作／ゲーム？

もう一歩先はどうすれば見つかるのか？

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

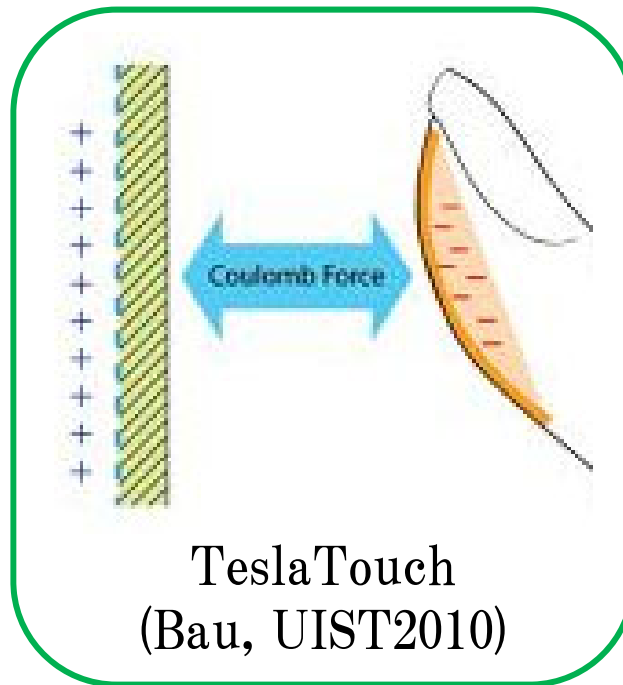
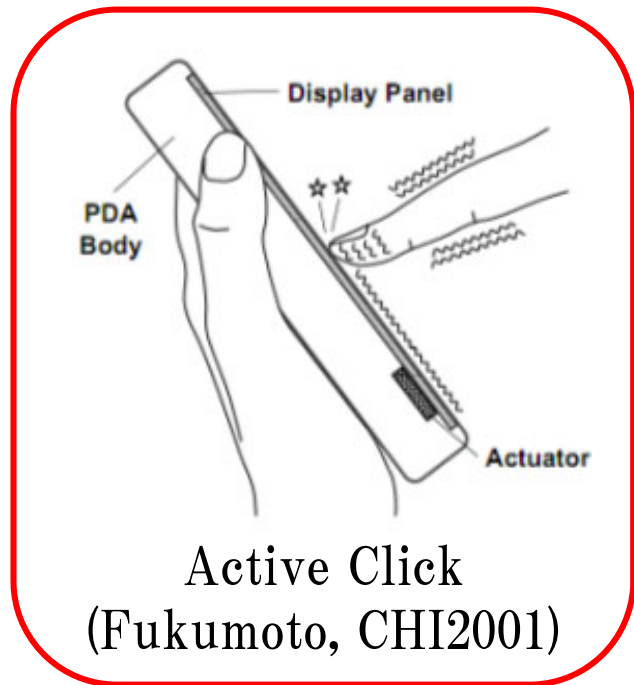
- **Touch Panel**
 - にははともあれタッチパネル. 市場が巨大すぎる
- **Emotion, Affection**
 - 触覚は驚きから愛情まで、幅広い情動へ働きかけることができる
- **Navigation, Instruction**
 - 触覚は身体座標に直接提示できる。また無意識の運動も誘導できる
- **Reality, Multimodal**
 - 触覚が視聴覚に加わることでコンテンツの現実感をあげることが出来る
- **The Whole Body**
 - 身体全体への触覚提示により、触覚にも「臨場感」が生じる
- **Tactile AR**
 -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

TouchPanel: 問題点



文房具(入力装置)として未熟

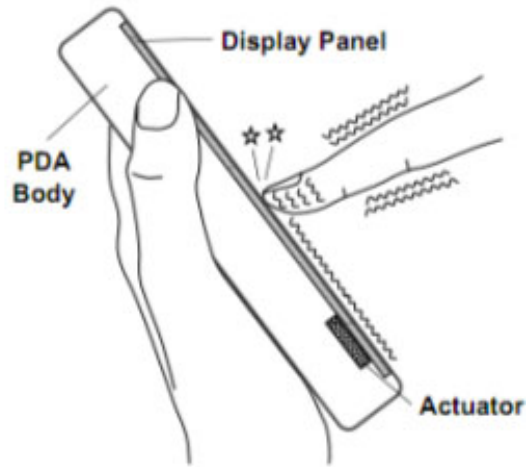
タッチパネルに触覚を付与する



「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

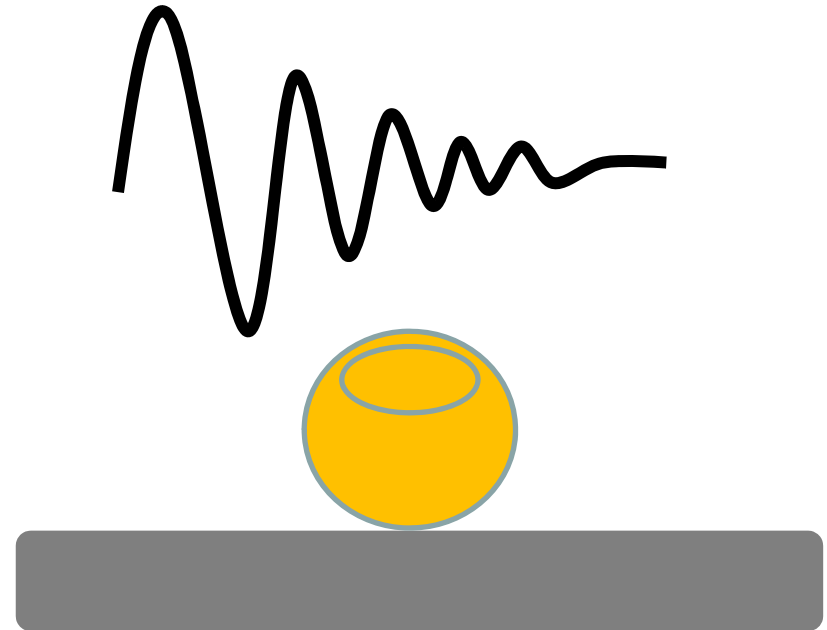
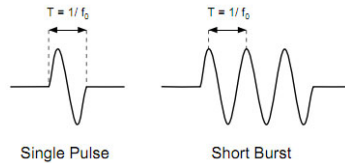
全面振動



Active Click
(Fukumoto, CHI2001)

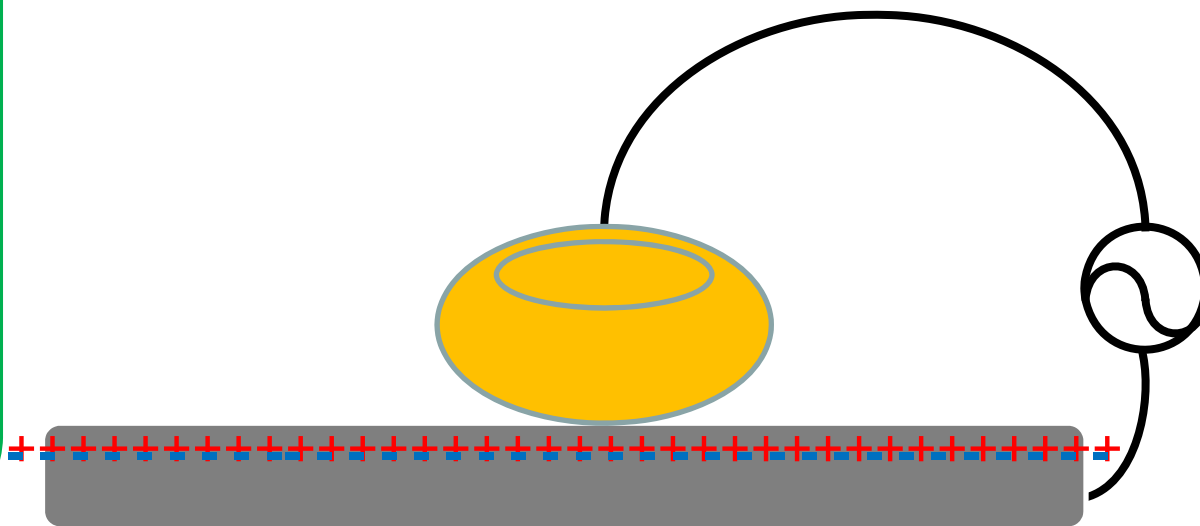
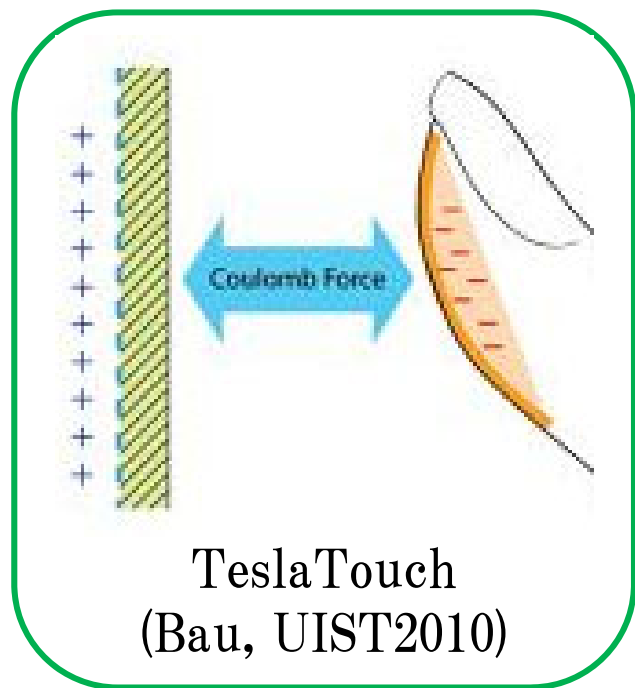


図 1: アクチュエータの設置状況
PDA の筐体に貼り付けている。



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

摩擦係数の制御



	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

Senseg

EXPERIENCE

TECHNOLOGY

PARTNERS

COMPANY

CONTACT

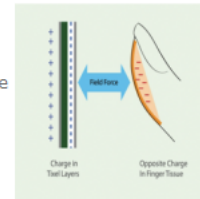


Senseg Technology

Senseg Is Haptics Re-Imagined and Realized

Senseg patented solution creates a sophisticated sensation of touch using Coloumb's force, the principle of attraction between electrical charges. By passing an ultra-low electrical current into the insulated electrode, Senseg's Tixel™, the proprietary charge driver can create a small attractive force to finger skin. By modulating this attractive force a variety of sensations can be generated, from textured surfaces and edges to vibrations and more.

Unlike effects created by mechanical vibration and piezo solutions, Senseg is silent. With Senseg application developers have precise control of the location and type of effect users experience. What's more, Senseg technology scales from touch pads, smart phones and tablets to the largest touch screens without increasing manufacturing complexity.



Senseg's solution is comprised of three core elements:

- Senseg's unique Tixel technology that activates the touch screen for electrostatic vibration;
- Senseg's electronics module; and
- Senseg software that manages effects in applications.

The Senseg Tixel™

The Tixel is the means by which Senseg's technology transmits electro-tactile stimulus. It is an ultra-thin durable coating on the touch interface that



Share on:



Senseg offices ▶

sales@senseg.com

info@senseg.com

jobs@senseg.com

[Follow @sensegnews](#)

TeslaTouch
(Bau, UIST2011)

超音波の利用

触覚技術：

超音波振動で「ツルツル」「ザラザラ」を再現——富士通、触感が得られるタブレットを試作

富士通と富士通研究所は、ツルツル感やザラザラ感といった触感が得られるタッチパネルを搭載したタブレット端末の試作機を開発した。富士通研究所が新開発した超音波振動を用いた触覚技術が用いられている。

【八木沢篤, MONOist】



富士通と富士通研究所は2014年2月24日、触感が得られるタッチパネルを搭載したタブレット端末の試作機を開発したと発表した。富士通研究所が新開発した超音波振動を用いた触覚技術が用いられている。

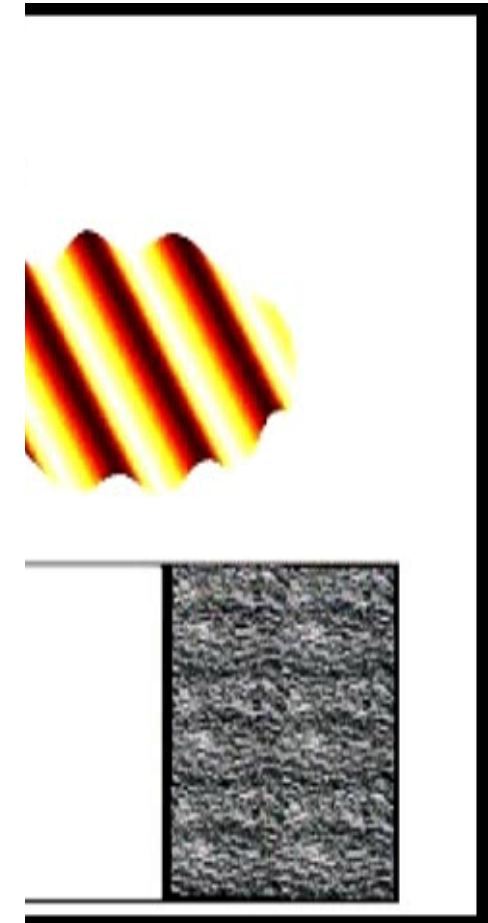
富士通研究所は、超音波振動により、タッチパネルと指との摩擦力を変化させ、触感を提示する技術を業界で初めて開発。タッチパネル自体の振動や静電気の発生により、凹凸感などの触感を伝える従来技術とは異なり、タッチパネル上での表現が困難だったツルツル感やザラザラ感を体感できる。この触感をディスプレイ上に表示されている画像などに適用することで、リアリティのあるさまざまな感覚を楽しむことができるという。

組み込み / モバイル向けに
アプリケーション・パフォーマンス
を向上



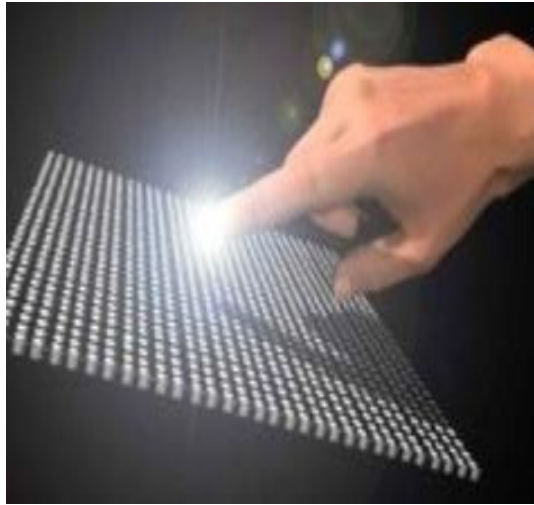
画像1 触覚技術を搭載したタブレットの試作機

07)

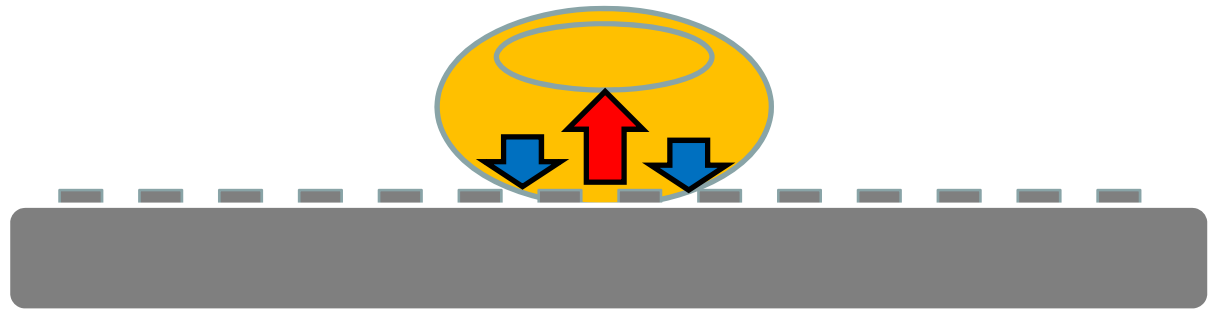


[ects/TPaD/index.htm](#)

電気刺激による直接駆動



Skeletouch
(Kajimoto, 2012)



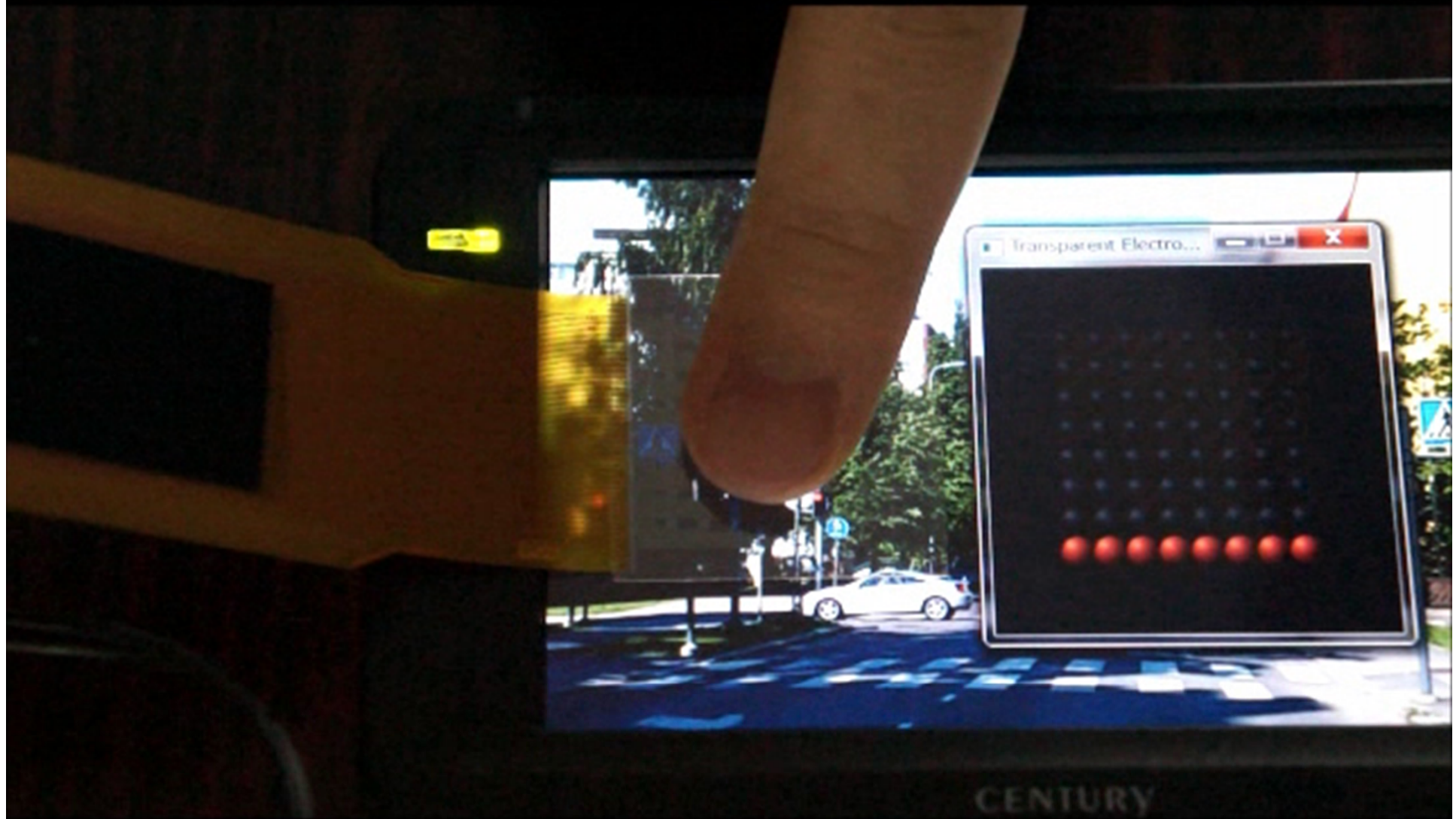
	空間解像度	能動性
全面振動	Low (finger size)	Active
摩擦制御	Potentially High	Passive
神経駆動	High	Active

透明電極(2012. Mar)



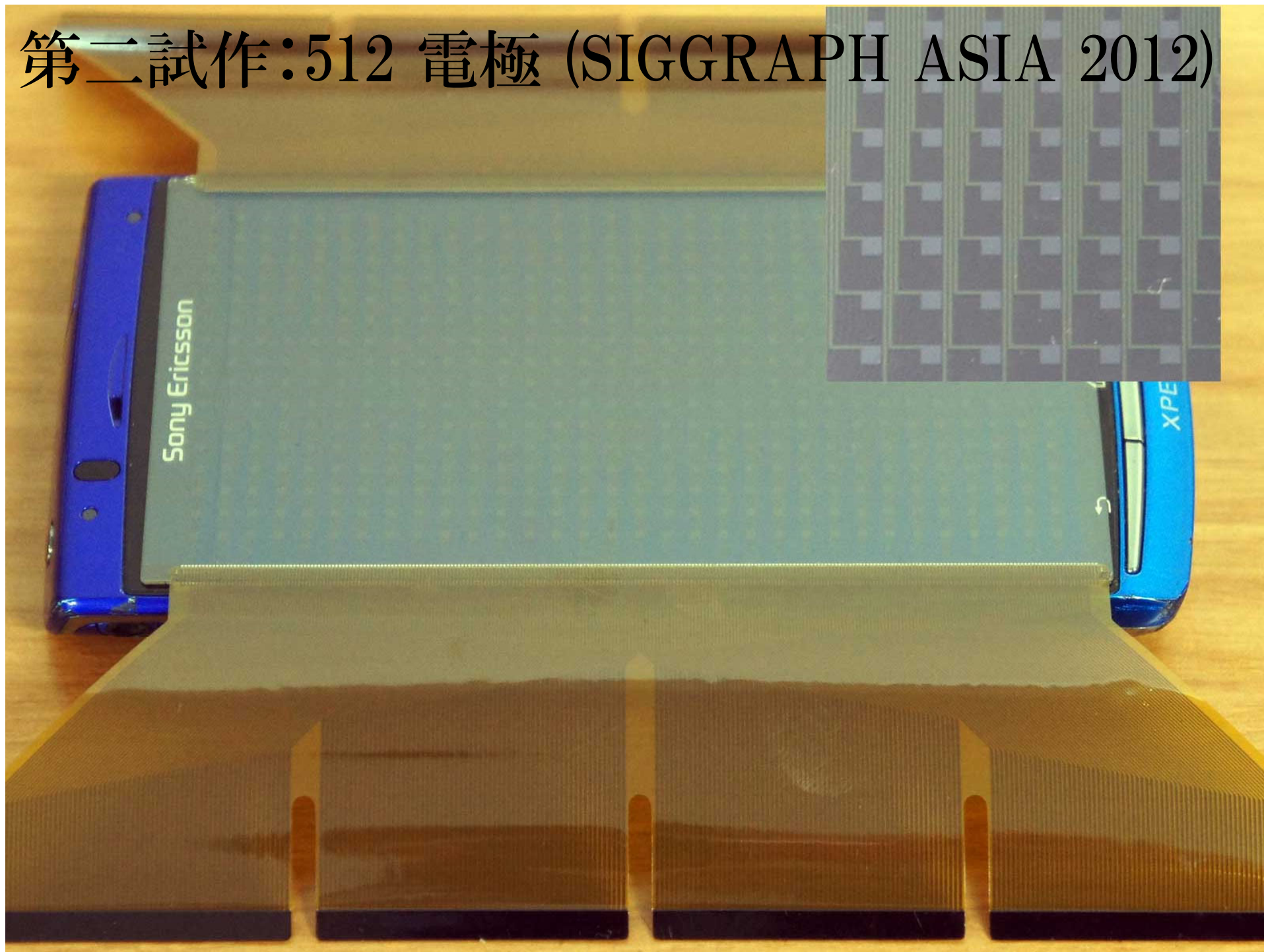
64 transparent electrodes are made of ITO
(Indium, Tin, Oxide)

刺激と計測

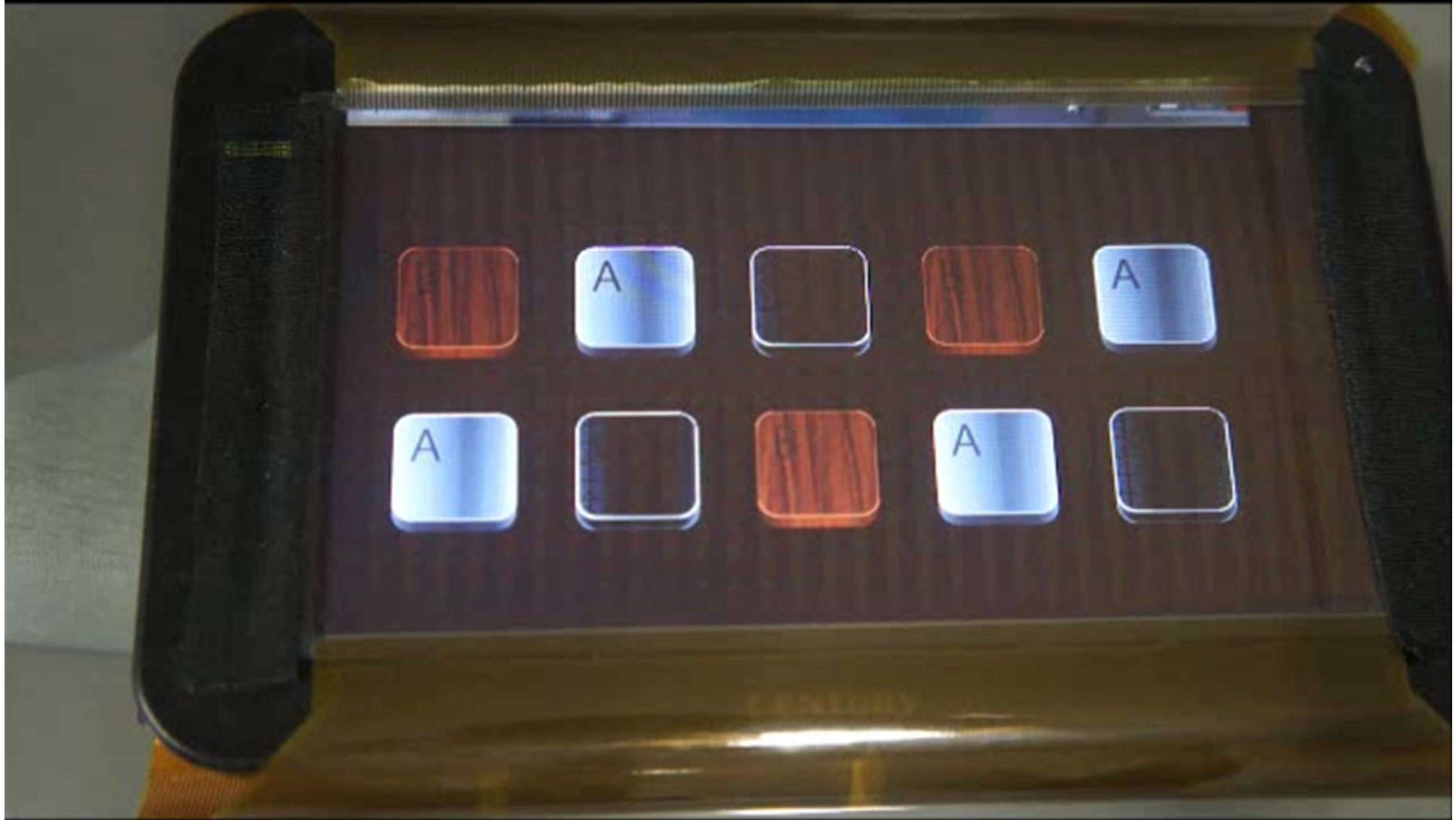


はじめからタッチパネルの機能を備えている

第二試作:512 電極 (SIGGRAPH ASIA 2012)

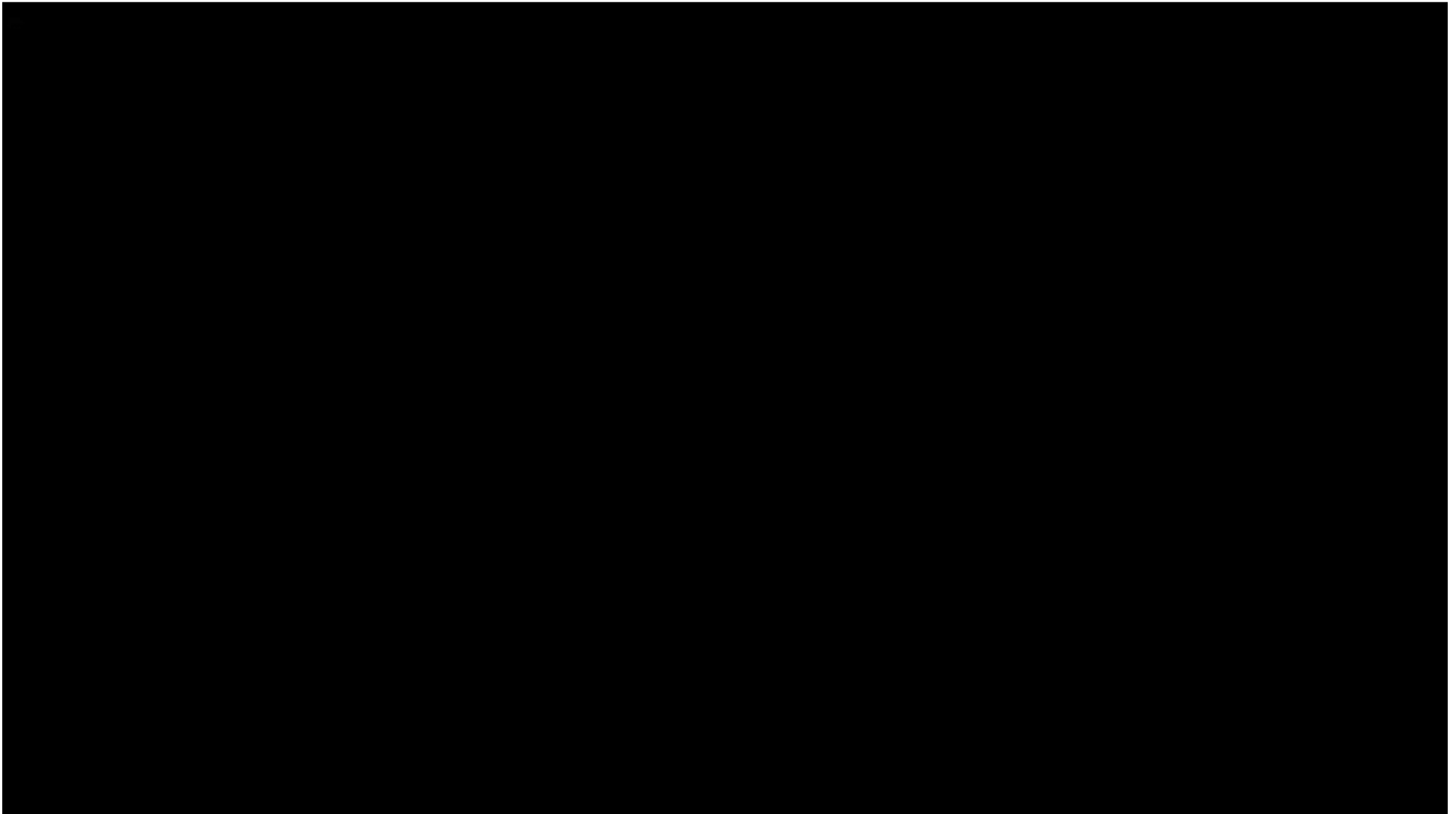


Demonstration



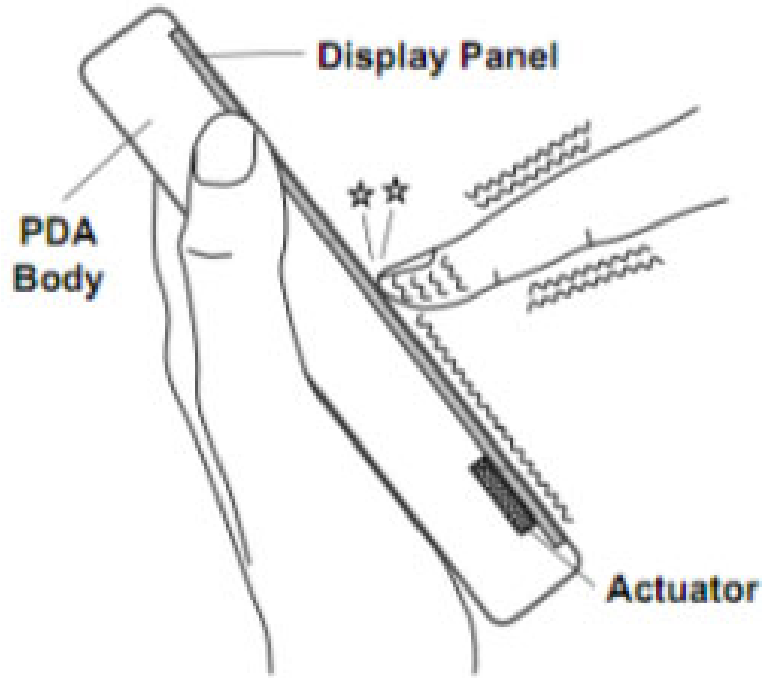
Haptic Edge Display for Mobile Tactile Interaction

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



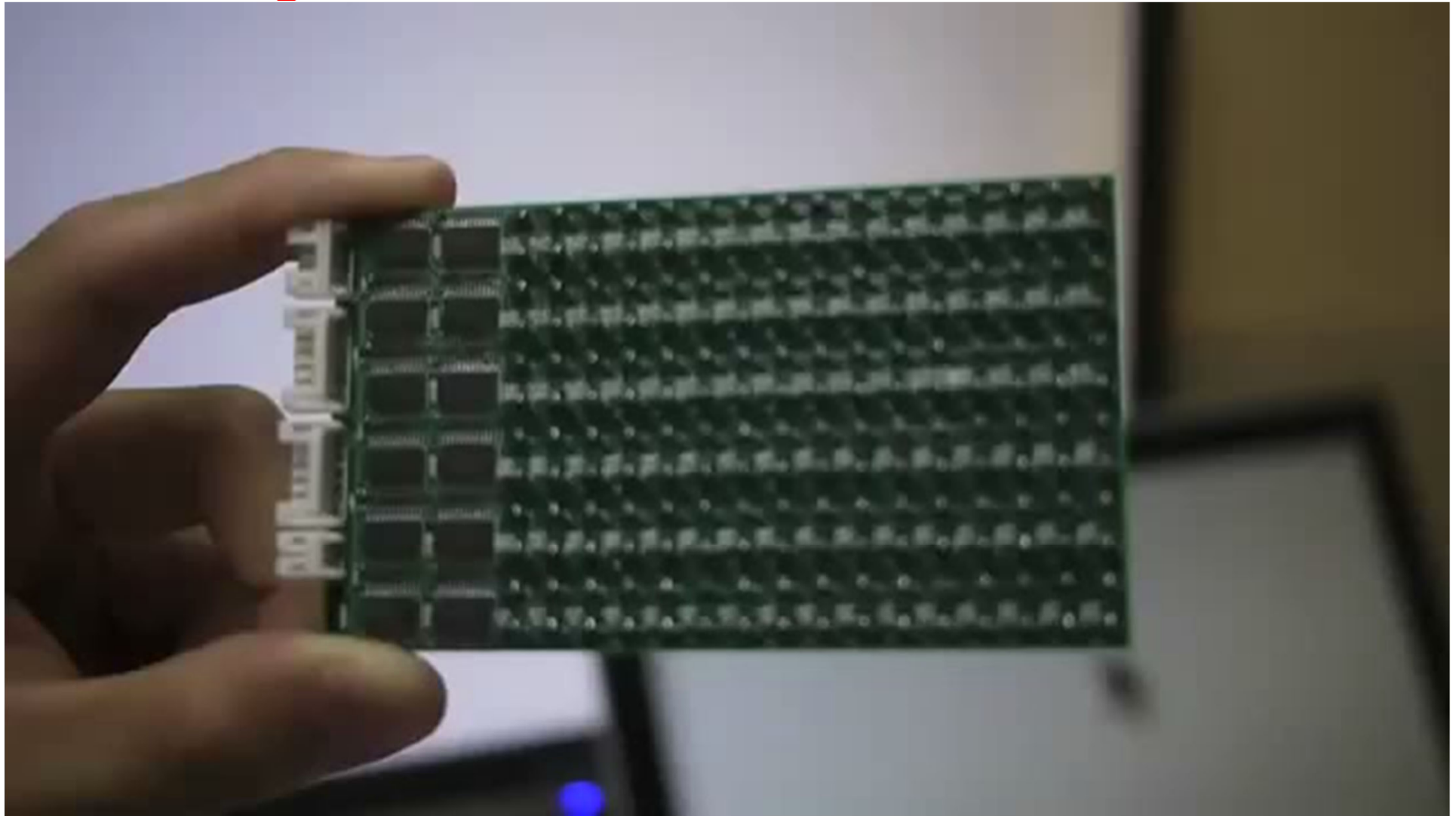
モバイルデバイスの側面に1次元触覚提示を行う. 画面の自然な拡張として機能.

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)



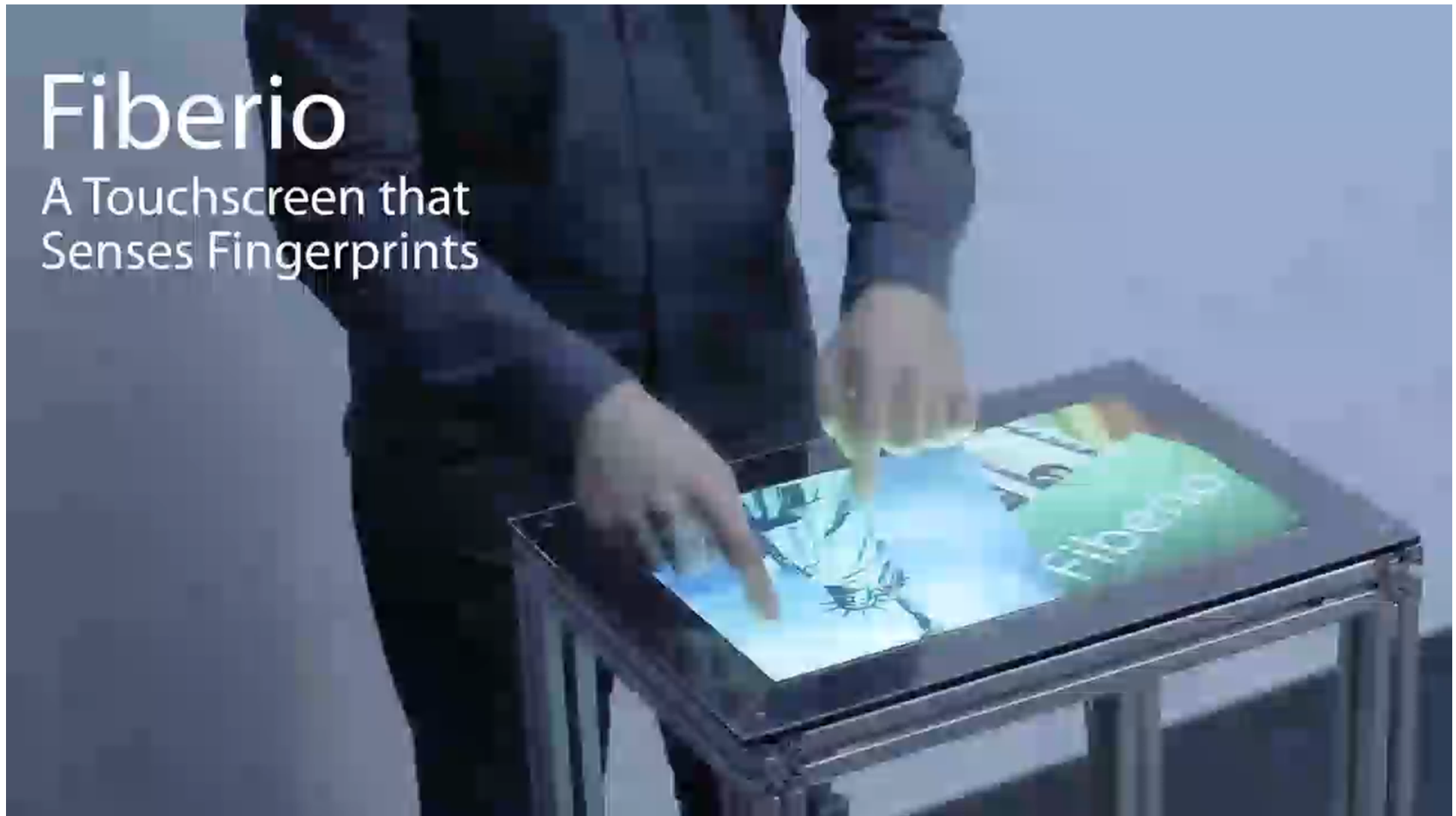
GaussSense UIST2012

Sensing (新たなセンシングが新たなインタラクションを生む)



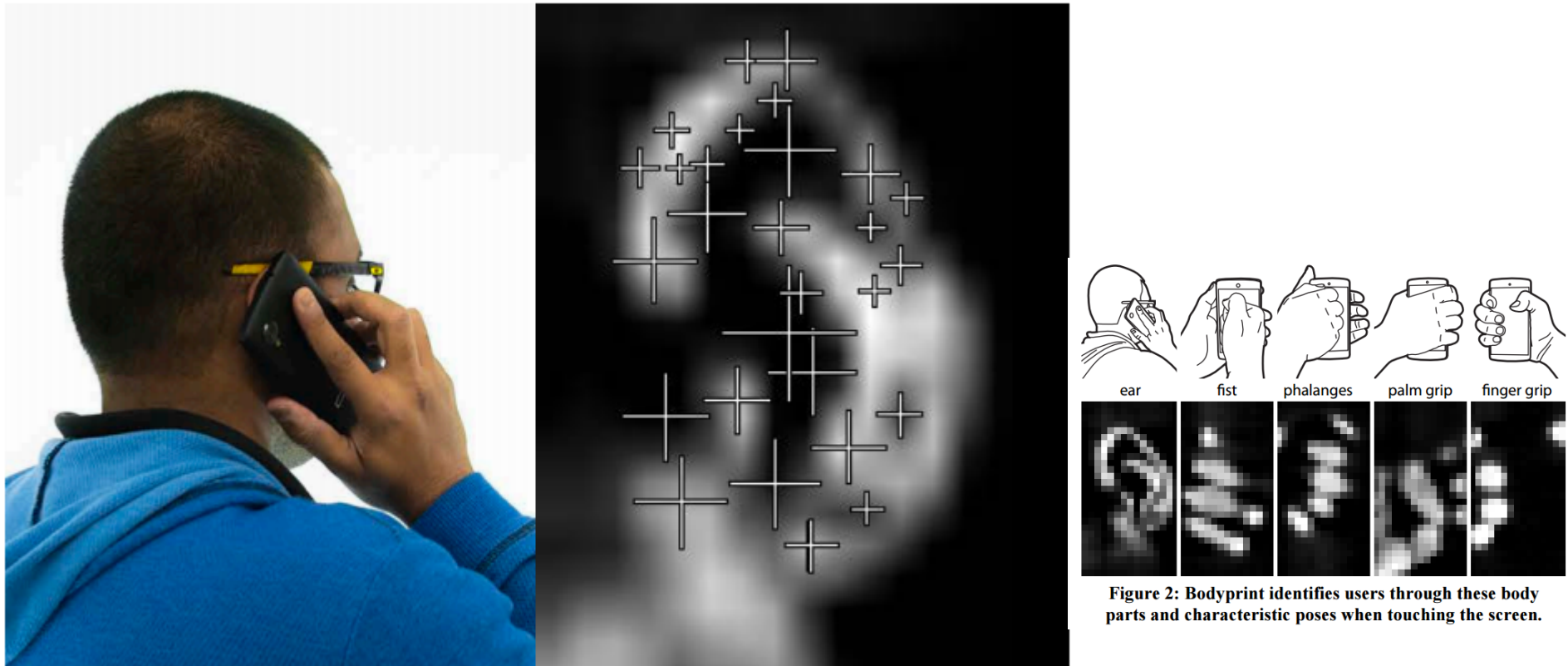
GaussBricks: Magnetic Building Blocks for Constructive Tangible Interactions on Portable Displays CHI2014

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**

Mohammad Faizuddin Mohd Noor, Andrew Ramsay, Stephen Hughes,
Simon Rogers, John Williamson and Roderick Murray-Smith

 University of Glasgow  

Music: "Son of a Rocket" by Kevin Macleod (Creative Commons: By Attribution 3.0)

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

Fingers of a Hand Oscillate Together
Phase Synchronisation of Tremor in Hover Touch

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)

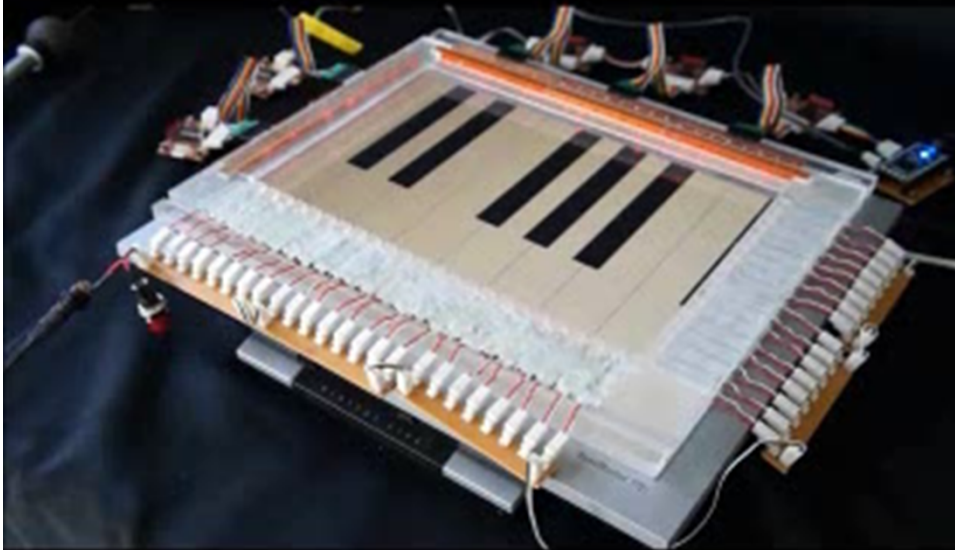


CHI2013

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

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.

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



<https://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

- には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.

Affection (愛情、愛着)

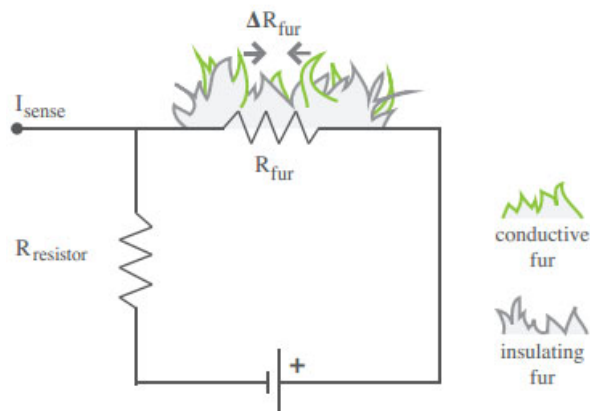
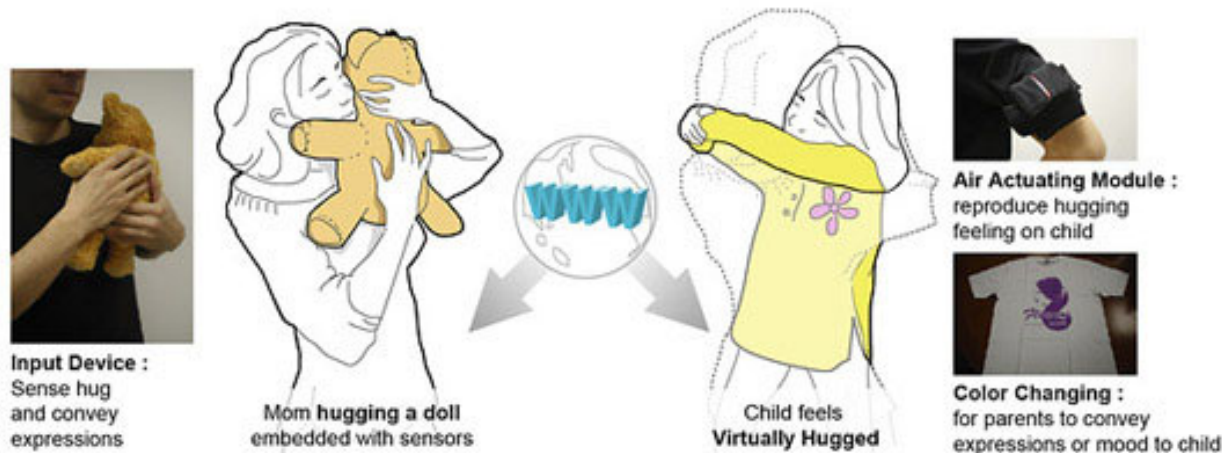
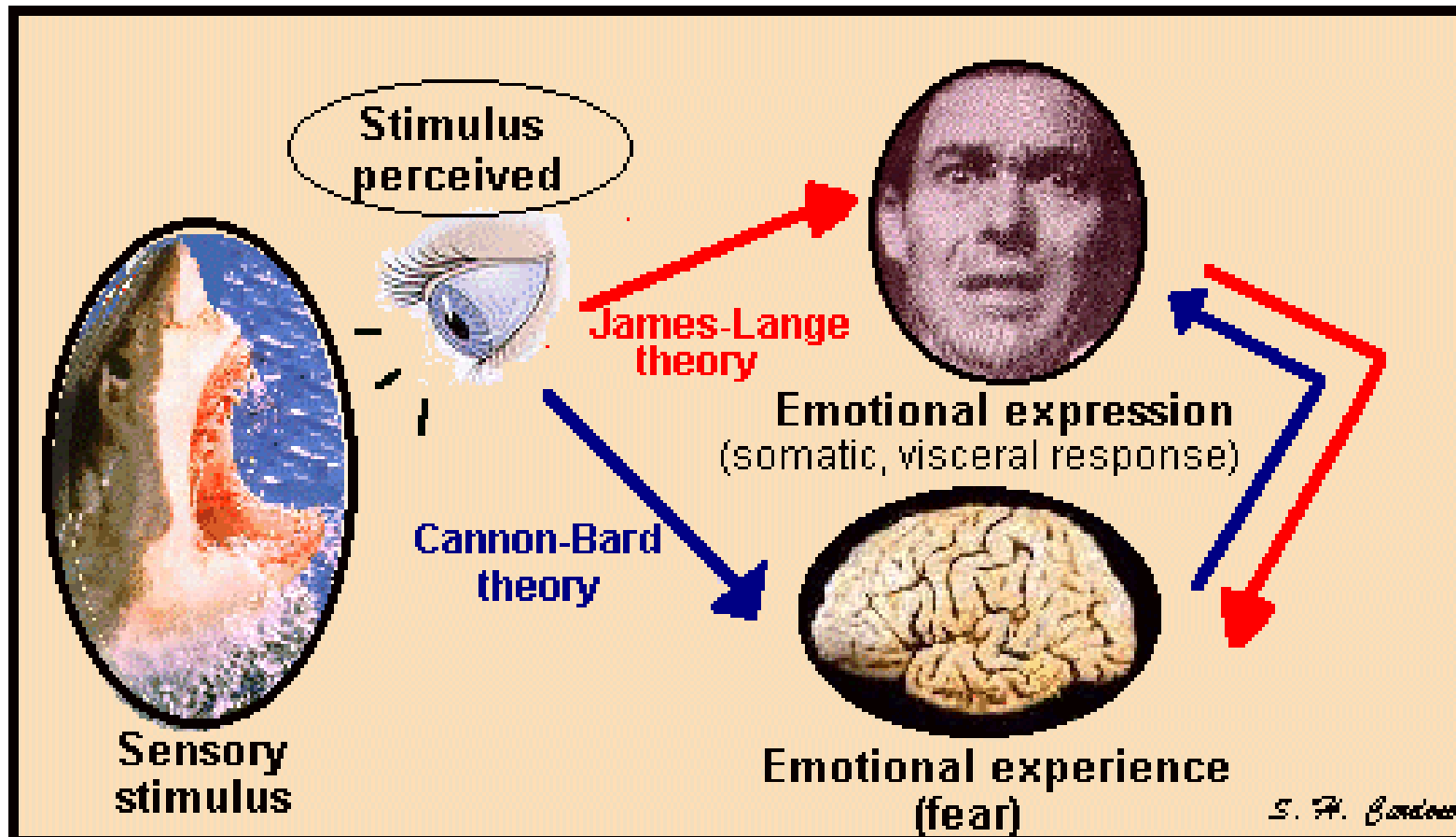


Figure 3: Perner-Wilson and Satomi's conductive thread stroke sensor (left) [12], our conductive fur touch and gesture sensor (right).

well as visual analysis of density curves to select the most powerful

- 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

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！

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



Hairs are affected not only by surrounding environment (wind and temperature), but also by our own mind. When we drive hairs synchronizing with emotional contents (ex. scary voice), **our emotional reaction is increased.**

Affection (愛情、愛着)



Bendi enables new tactile and visual interactions

<https://www.youtube.com/watch?v=XobWS3ccxWg>

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**

- 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

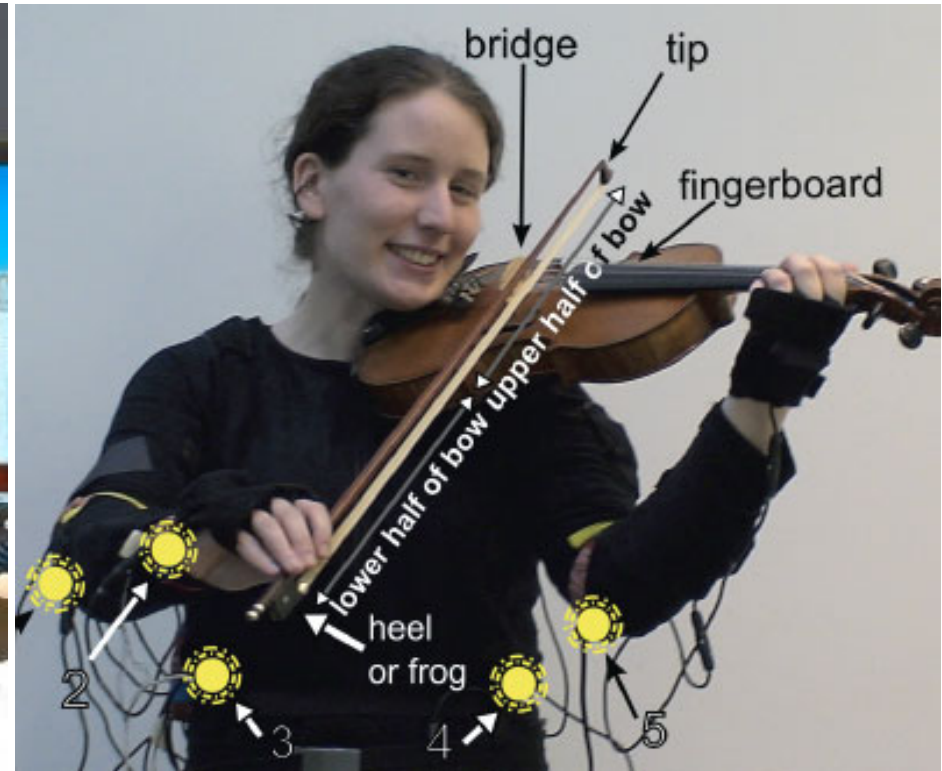
- **Tactile AR**

- 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

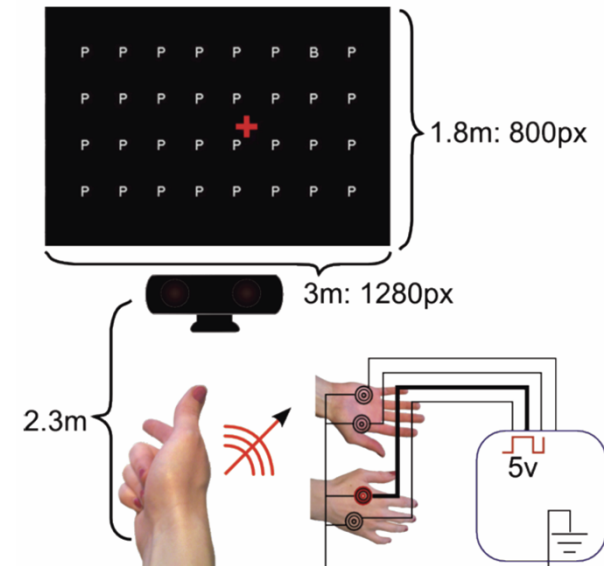
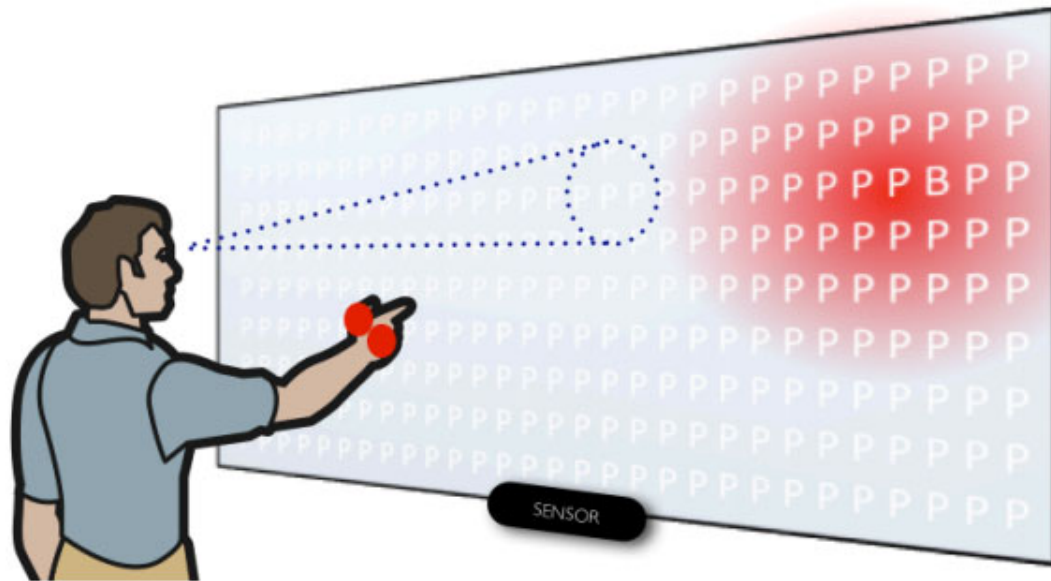


van der Linden et al., CHI 2011

Teach where to move, when to move, how to move,
and what is wrong.

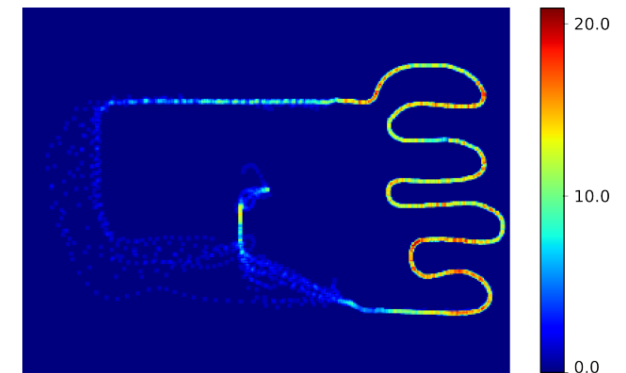
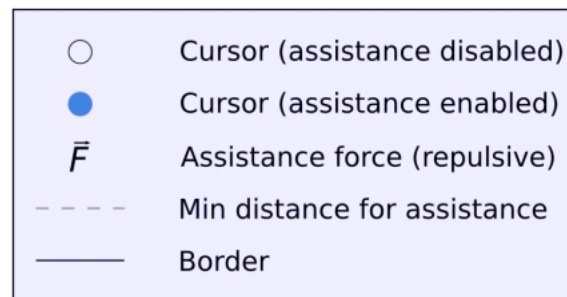
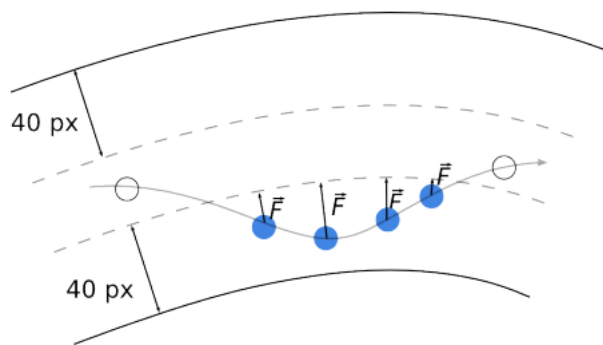
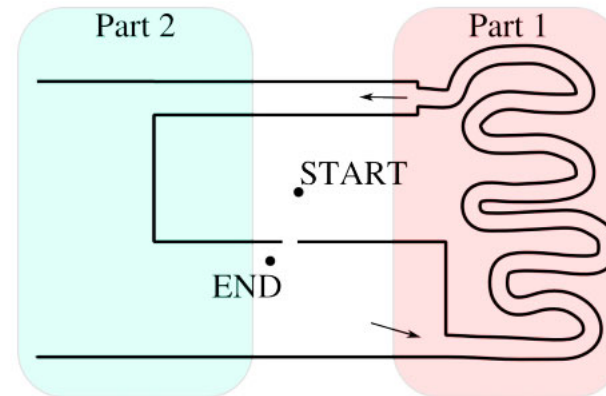
“Understanding” (=central brain process) is required.

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

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。

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ーンの学習事例？

Huang, K., Starner, 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**

- 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

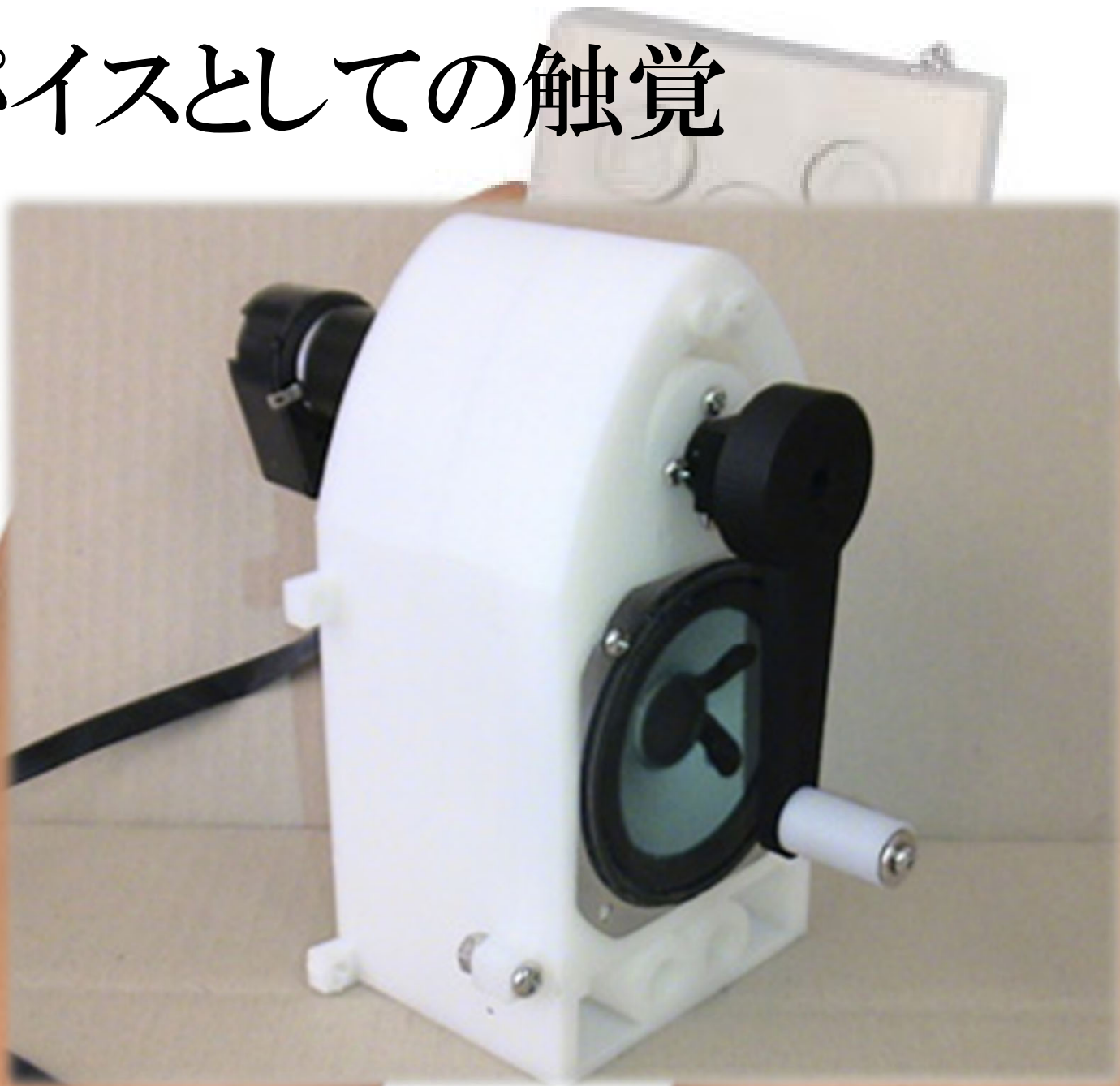
- **The Whole Body**

- 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

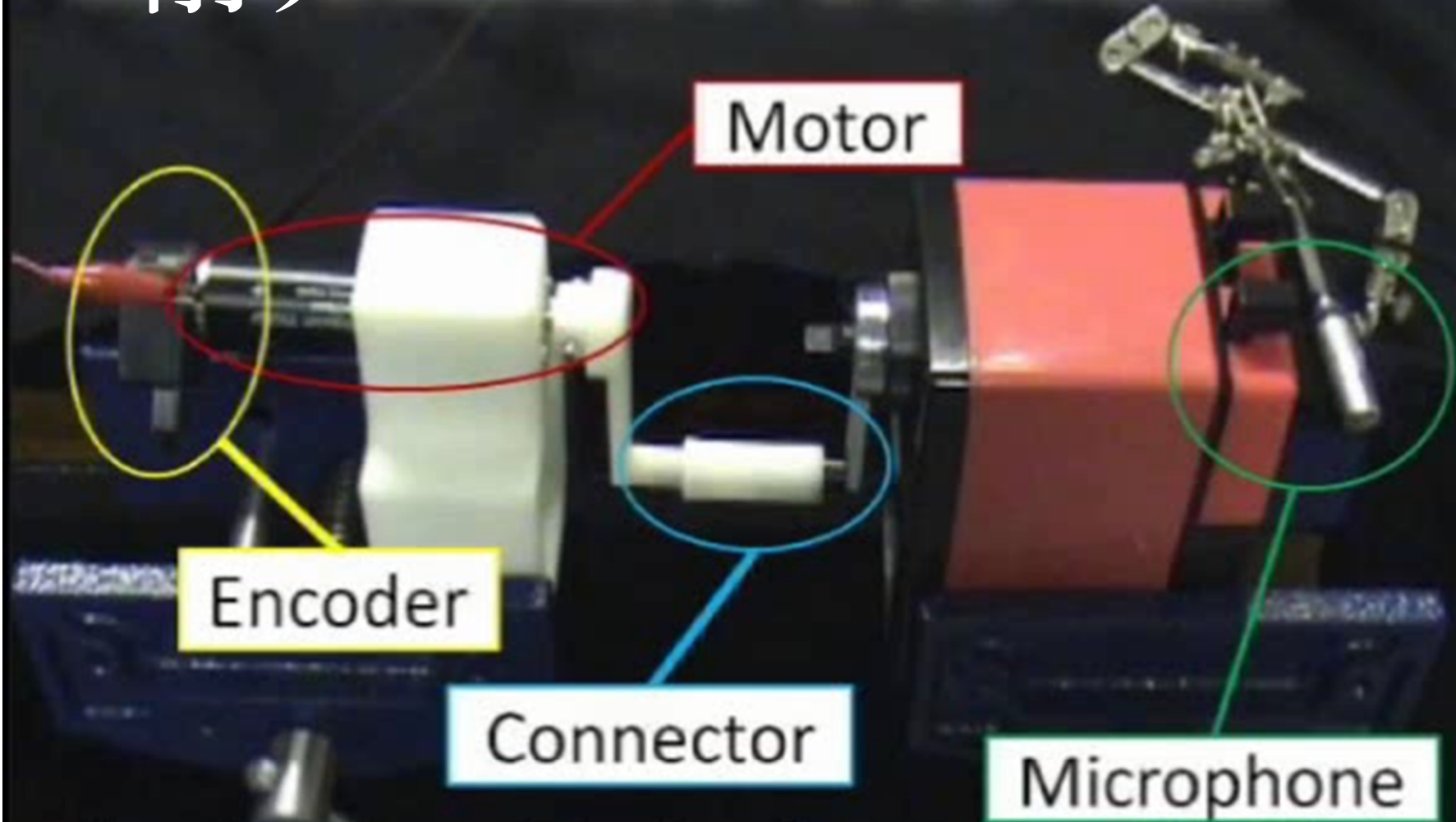
スパイスとしての触覚



(株)バンダイ ∞プチプチ

∞削り

RECORDING SYSTEM



The developed device is composed of one DC motor with encoder and speaker. This device is used for recording the sound of a pencil being sharpened.

小島他:鉛筆削りに着目した触覚的心地良さ提示デバイス, EC2008

Techtile Toolkit (仲谷他)

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



- 単純な振動の記録と再生を、音領域も含めた幅広いレンジで行なうことで、明瞭な触覚的価値を示した。
- 2012年Good Design 賞受賞

リアリティ

感覚B

感覚A

感覚C

≠リアル

複数の感覚が同一の事物から生じていることが納得された時に初めてリアリティとなる。クロスモーダル(複数感覚統合)による一種の感覚。触覚は単純にチャンネルを増やすためだけでも価値がある。

最近の研究から見る応用分野の傾向

- **Touch Panel**

- 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

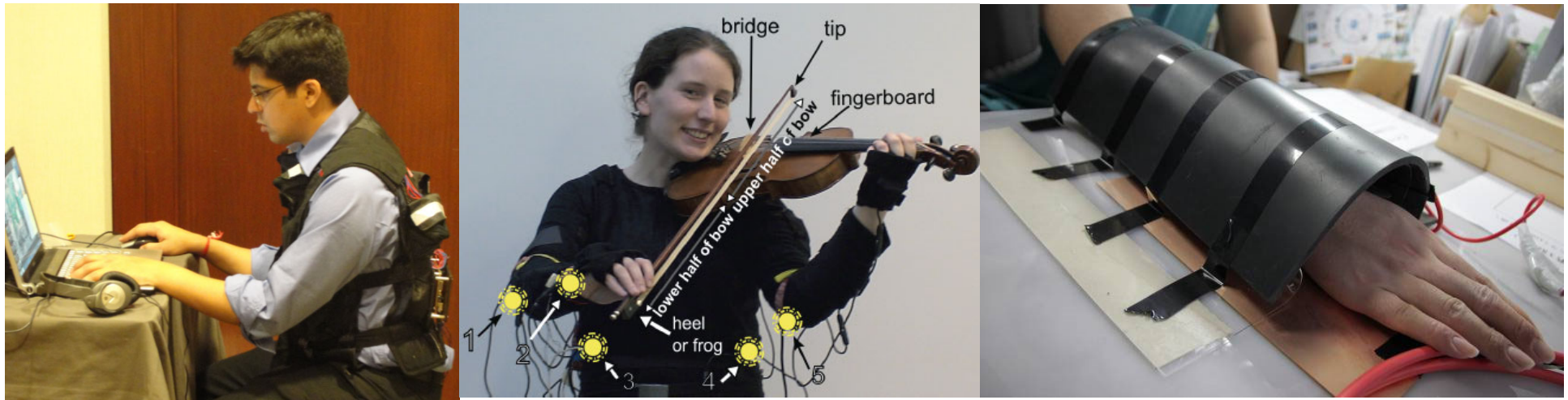
- **The Whole Body**

- 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

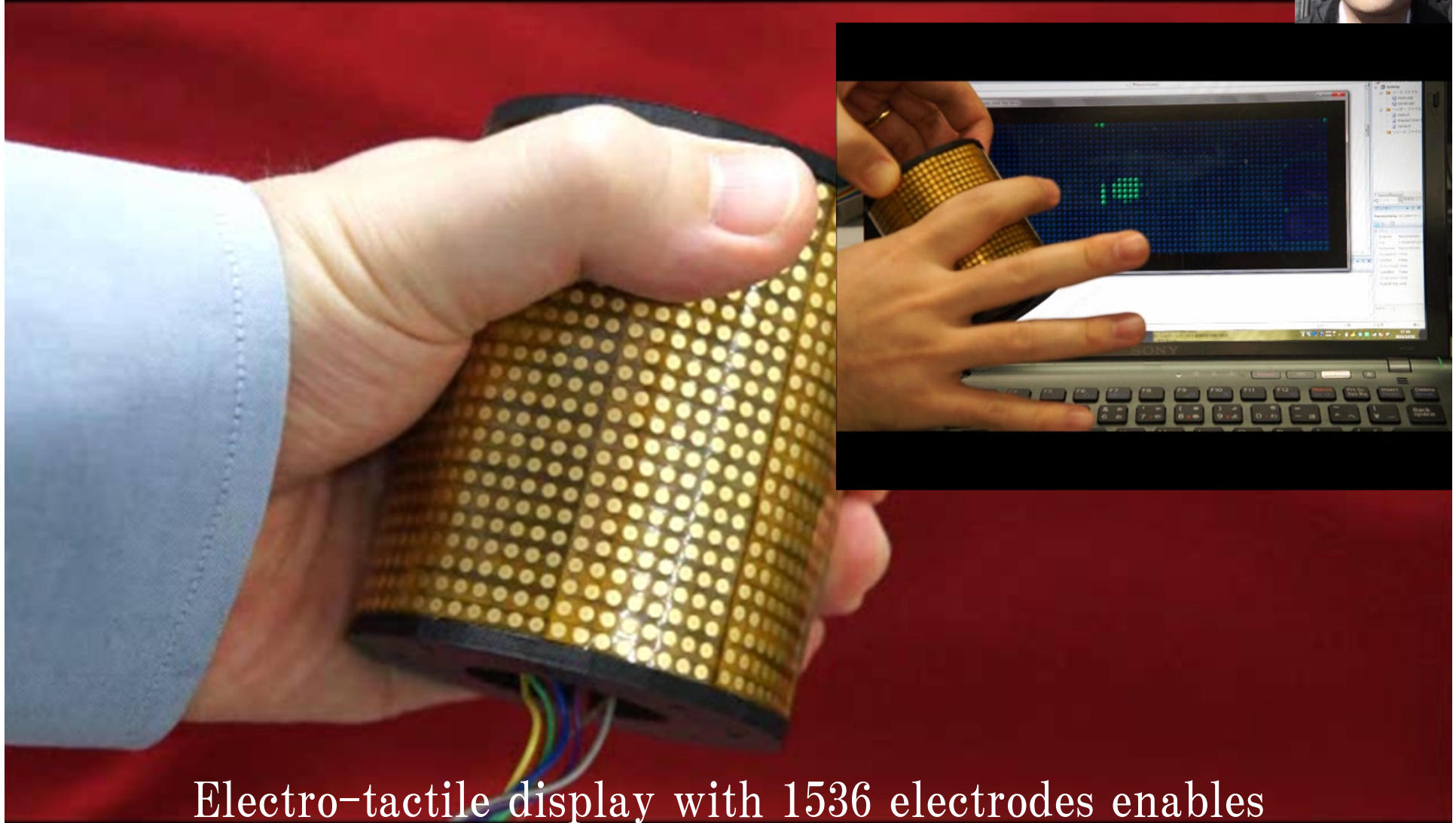
全身性



- 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。

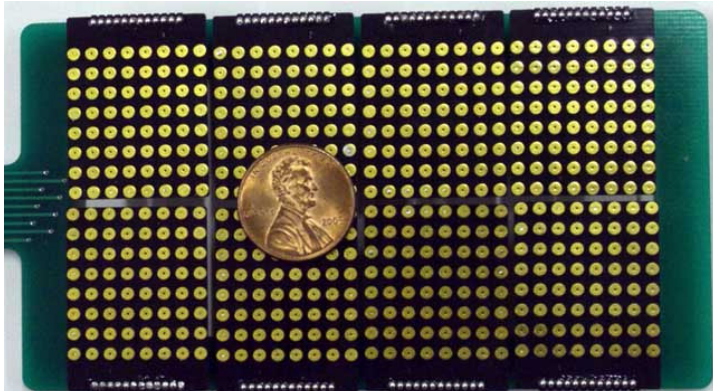
The Whole Palm



Electro-tactile display with 1536 electrodes enables the whole palm interaction.

Kajimoto, "Design of Cylindrical Whole-hand Haptic Interface using Electrocutaneous Display," EuroHaptics2012.

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)



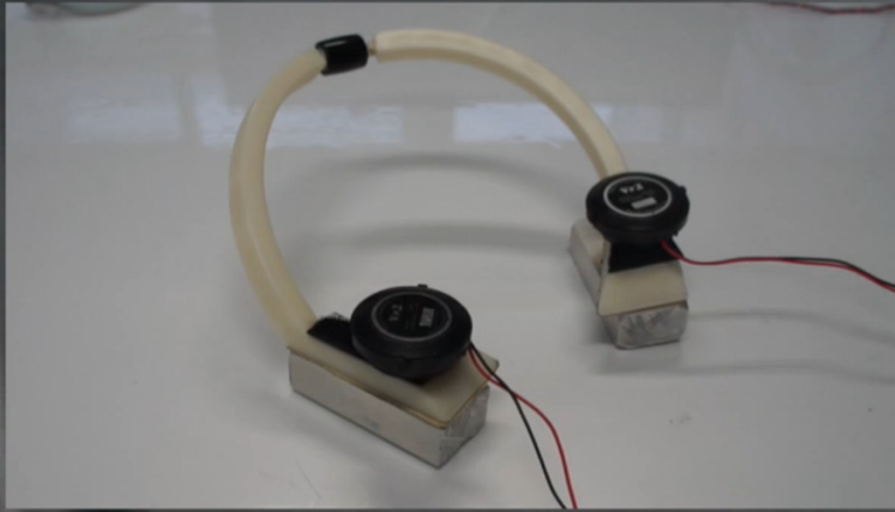
臨場感

≠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。



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ティング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. SIGGRAPH'16

最近の研究から見る応用分野の傾向

- **Touch Panel**

- 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出来る

- **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**

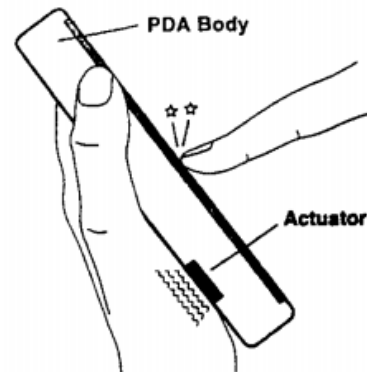
- 身体全体への触覚提示により、触覚にも「臨場感」が生じる

- **Tactile AR**

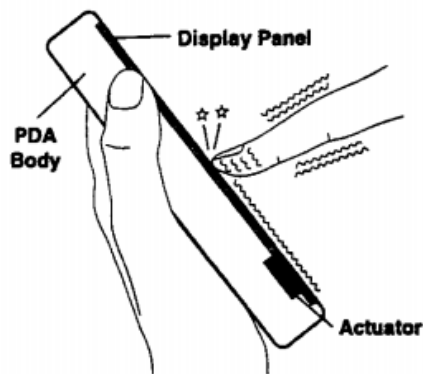
- 触覚を現実世界で使うことでAR化する

簡便な触覚AR: クリック感の付与

Simplest Tactile AR: Adding Clicking Sensation



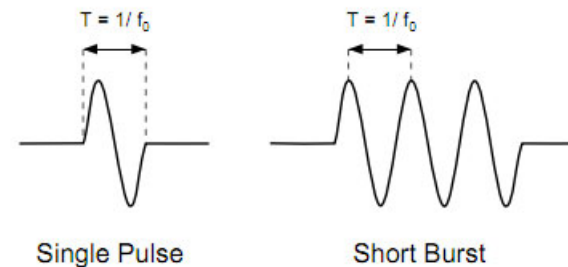
(a) Body mounted actuator for PDA.
Tactile information is conveyed to grasping hand.



(b) Panel mounted actuator for PDA.
Tactile information directly reaches tapping finger-tip.



図 1: アクチュエータの設置状況
PDA の筐体に貼り付けている。

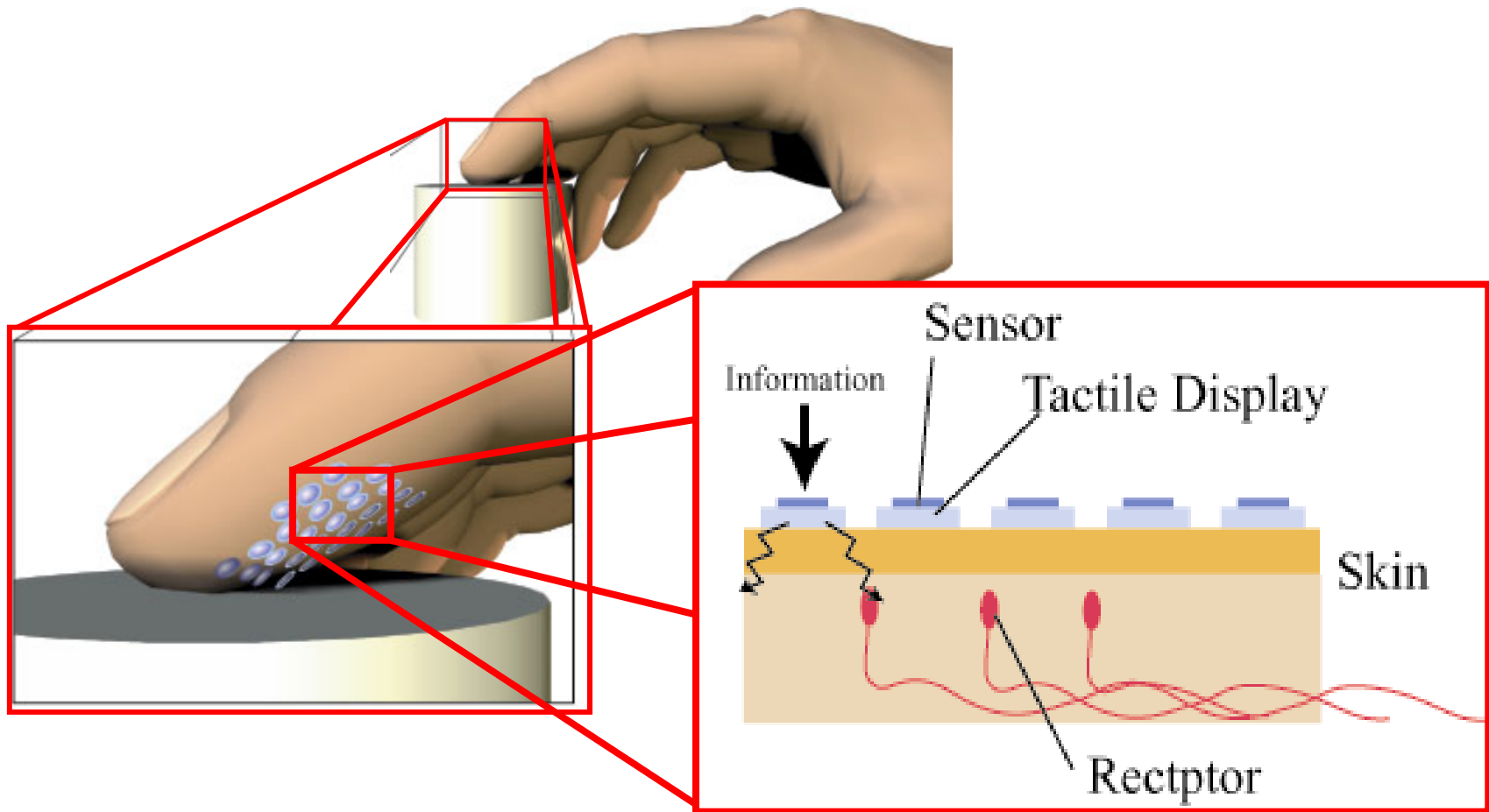


クリック音のかわりに短時間の振動を与える。

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？

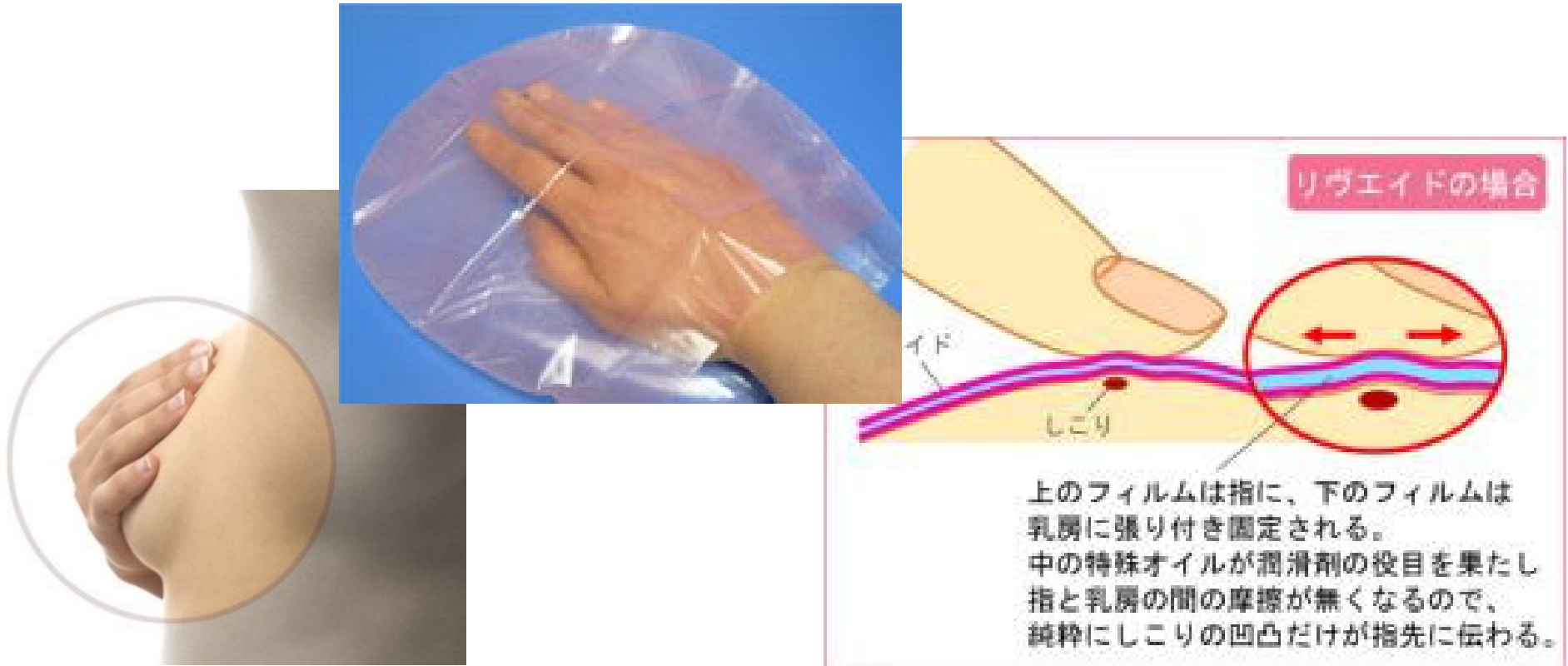
Fukumoto et al., Active click: tactile feedback for touch panels CHI2001

触覚のAR？ / Tactile AR？



新しい人工受容器として機能

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

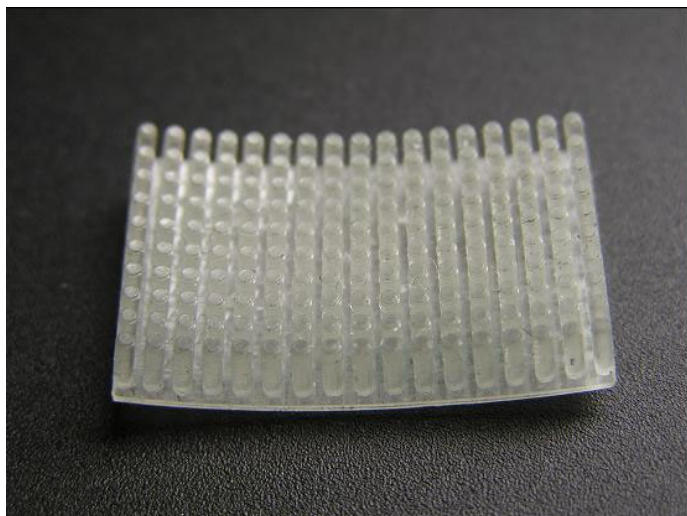
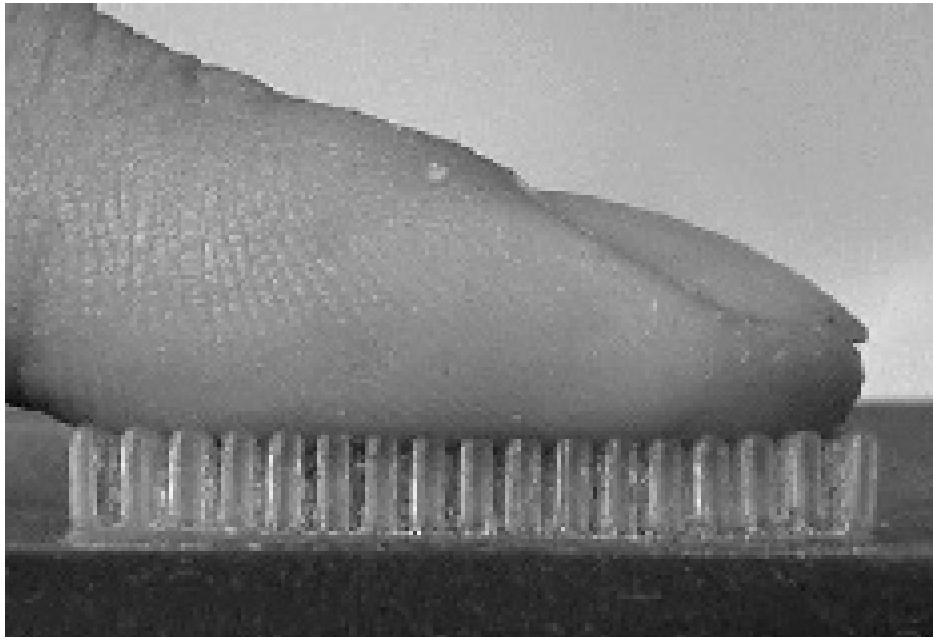


乳がん自己診断具／Checking Breast Cancer

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

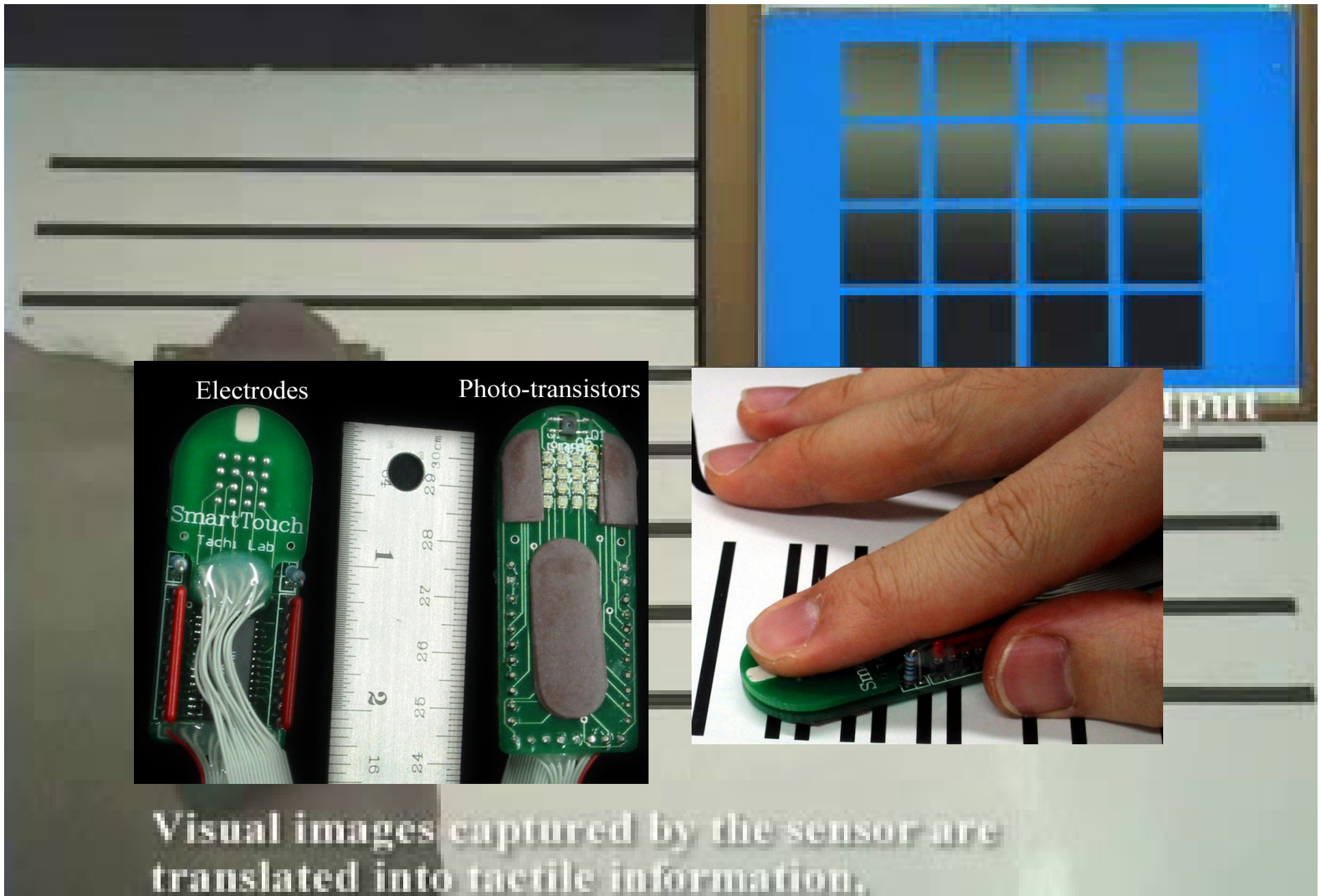


佐野他: 触覚コンタクトレンズ (ROBOMECH'04)

SmartFinger (Ando 2000)



SmartTouch(Kajimoto 2003)



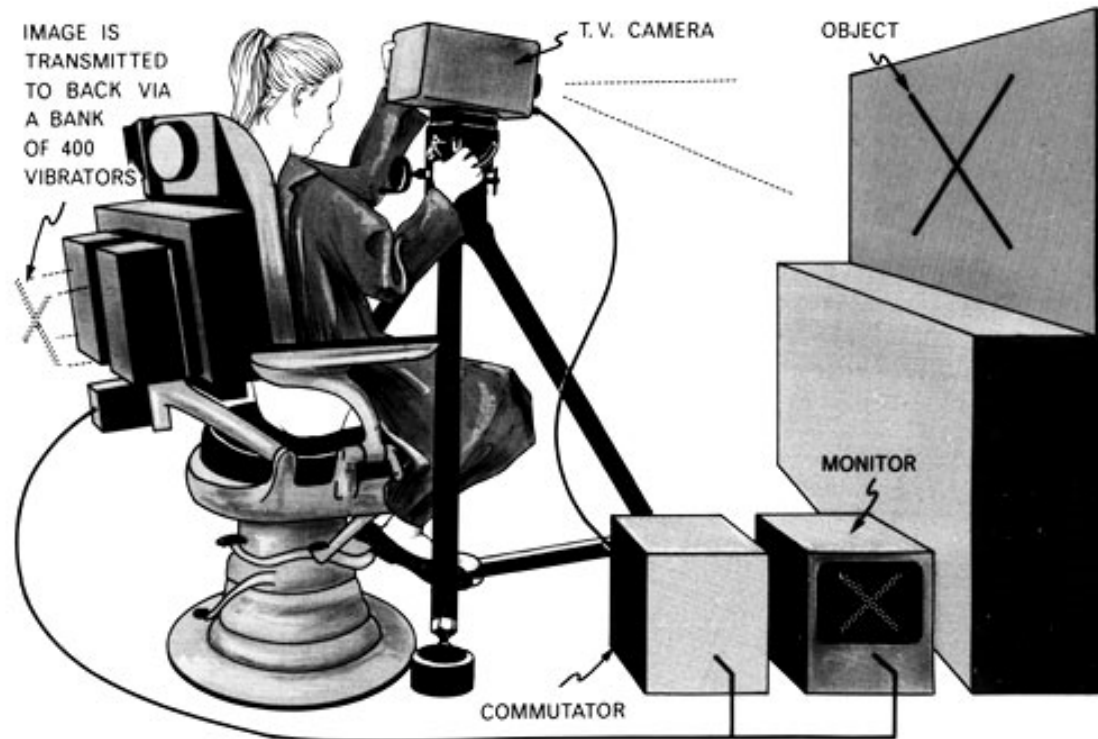
Visual images captured by the sensor are translated into tactile information.

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



- Collins, "Tactile television - mechanical and electrical image projection," IEEE Man-Machine Systems, 1970.

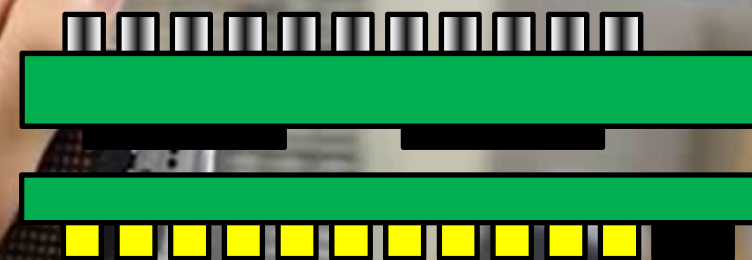
Forehead Retina System (AuxDeco)



Forehead Retina System

低コスト感覚代行: HamsaTouch

Electro-tactile Display



Phototransistors

Smartphone

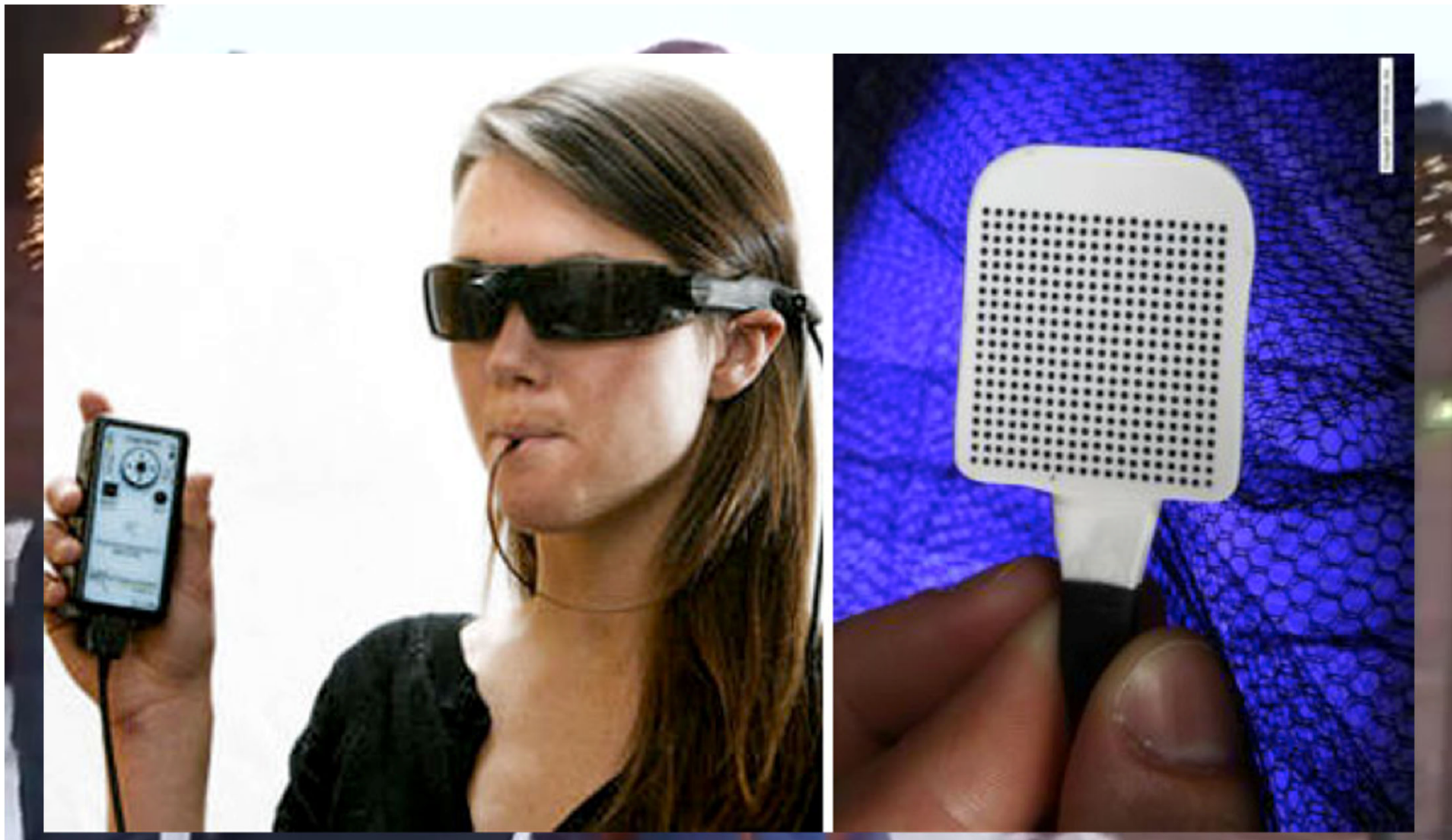
スマートフォン(画像取得+処理+表示)

フォトランジスタ層(処理画像取得)

電気触覚ディスプレイ(触覚提示)

Kajimoto et al., HamsaTouch: Tactile Vision Substitution with Smartphone and Electro-Tactile Display , CHI 2014

BrainPort (Wicab)



Haptic Radar

Haptic radar

*headband with wireless
light signaling*

Alvaro Cassinelli
Alexis Zerroug
Carson Reynolds
and Masatoshi Ishikawa



Ishikawa-Komuro lab

小テスト／Mini Test 次回開始まで

今回はなし