



インタラクショナル技術の最前線

タッチインタフェースとその先

福地健太郎（科学技術振興機構）

自己紹介

自己紹介（職歴）

- 独立行政法人 科学技術振興機構
ERATO 五十嵐デザインインタフェースプロジェクト
研究員
- 2004 東京工業大学大学院博士後期課程
単位取得退学（2006年博士号取得）
- 2004～2008 電気通信大学 助教
- 2008年より現職
- 詳しくは Web で：
<http://megai.net/fukuchi/>

自己紹介 (ゲーマー歴)

- 1975年生まれ
- 家庭用インベーダーゲームを目撃(1979?)
- 「FC フリスキートム」(1981?)にドゥプリとハマる
- 1984年に「パックランド」(namco)の洗礼を受ける
- ファミコンが世に出回る中、「マイコンBASICマガジン」の影響で、パソコンとアーケードゲームの世界にハマる
- 大学生頃からようやく家庭用ゲーム機の世界に追いつき始める

自己紹介 (マイベストゲーム)

- 「ゲイングランド」
(SEGA, 1988)
 - いまだに my best of best。
- 「M.U.L.E.」
(Ozark Softscape, 1983)
- 「Dungeon Master」
(FTL Games, 1987)
- 「NIGHT STRIKER」
(TAITO, 1989)
- 「METAL BLACK」
(TAITO, 1991)
- 「タントアール」
(SEGA, 1991)
- 「アドバンス大戦略」
(SEGA, 1991)
- 「ぷよぷよ」
(コンパイル・SEGA, 1993)
- 「スーパーマリオ64」
(任天堂, 1996)
- 「ゼルダの伝説〜ムジュラの仮面」
(任天堂, 2000)
- 「ボクと魔王」
(ZENER WORKS・SCE, 2001)
- 「ICO」
(SCE, 2001)
- 「からくり忍者ハグルマン」
(GEARS, 1985)

自己紹介 (これまでの研究)

- EffecTV
- SmartSkin を用いた入力システム
- Laser Trail Tracker
- その他、電気通信大学小池研究室での研究

ゲームのためのインタラクション技術

入出力はゲームの重要な要素

- アーケード
 - 家庭用にはないダイナミックさ
 - 「体感ゲーム」・「TEHKAN World Cup」
 - WCCF・三国志大戦・麻雀格闘倶楽部・QMA
- 家庭用ゲーム機
 - ジョイパッド一辺倒から拡大傾向へ
 - ファミリートレーナー・パワーグローブなどの例もありつつ
 - グラフィック表現やCPUパワーに頼らない差別化の方向性
 - Wii Remote, Wii Fit, Nintendo DS

新インタフェース、三機種揃い踏み

- XBOX 360
 - Project Natal
- PlayStation 3
 - PsEye + モーションコントローラ(仮称)
- Wii
 - Wii モーションプラス
 - Wii Vitality Sensor

インタラクションにこだわる訳

- 新しい体験
- 出力側の飽和
 - スプライト数・解像度・色数・ポリゴン・HDR...
 - グラフィックス表現の向上にも限界が見えてきた
 - しばらくは Full HD 以上に行きようがない
- 入力側の「性能向上」の方向性は？
 - 人間の体の動きを最大限取り込んでいく

入力技術のホットトピック

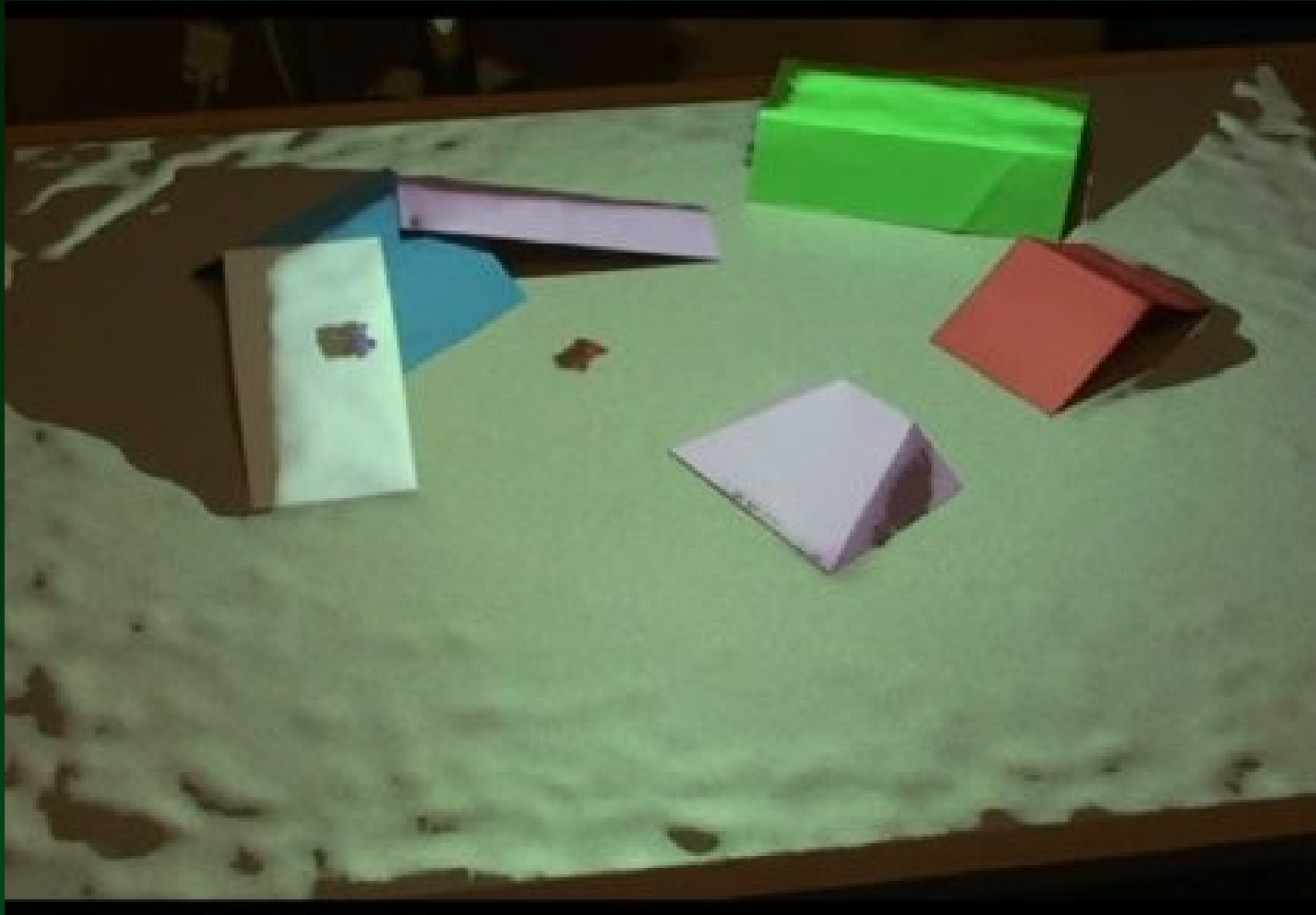
- 生体センサ
 - 健康方面だけでなく、感情計測系が熱い
- ビジョン入力
 - Augmented Reality ブーム
 - PS Eye, Natal でさらに加速か
- タッチインタフェース
 - マルチタッチで世界的ブーム
 - 大型化・低価格化

ビジョン入力

Project Natal

- 3DV Systems「ZCam」がベースか?
- Time of Flight法
- 人物抽出の問題がほぼ解決される
- 逆に、離れると見えない

ZCam 応用



Depth-Sensing Video Cameras for 3D Tangible
Tabletop Interaction [Wilson 2007] video

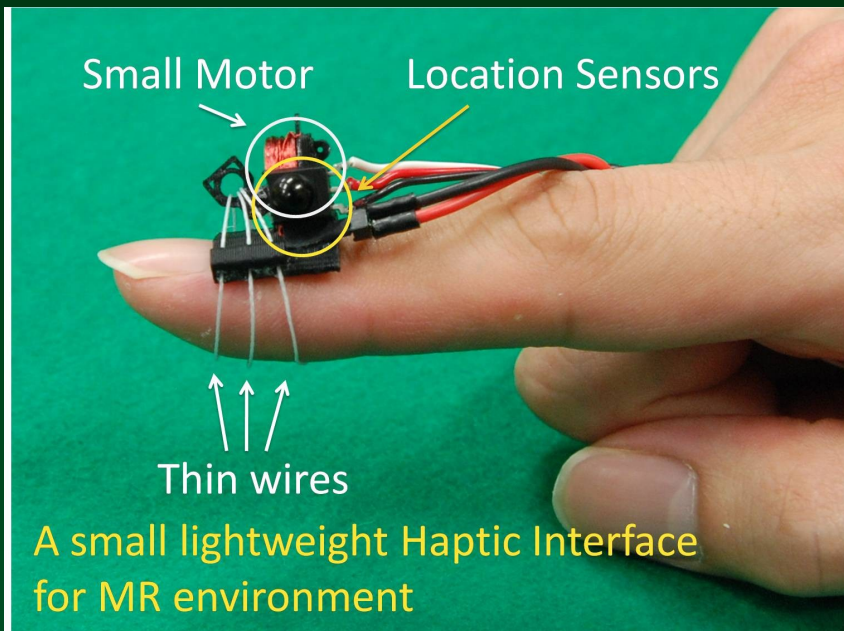
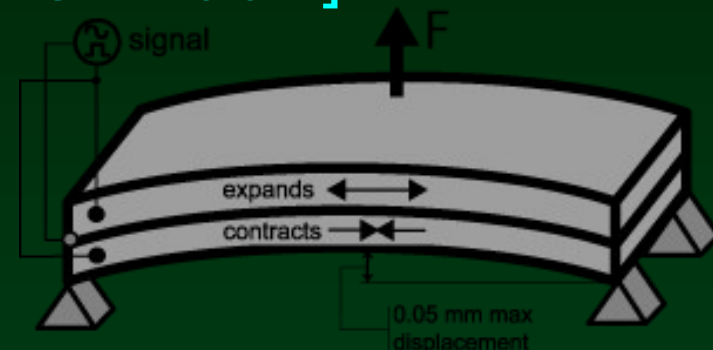
拡張現実感/複合現実感

- 「Eye of Judgement」、「セカイカメラ」、各種「やってみた」動画系
 - 今ひとつ据わりが悪いのは何故か？
 - 日常風景への重ね合わせが違和感
 - CGキャラクターだけに頼った「現実感」
 - 出力はともかく入力が貧弱
- 「現実感」に欠ける

日常風景に何かをとってつけるのではなく、ちゃんと「現実感」を与える工夫が必要

現実感を与えるには

- 振動パックを超える触覚・力覚フィードバック
 - ピエゾ素子を使ったもの [Poupyrev 2002]
 - 梶本研究室の一連の研究
 - Haptic Ring [Aoki 2009]



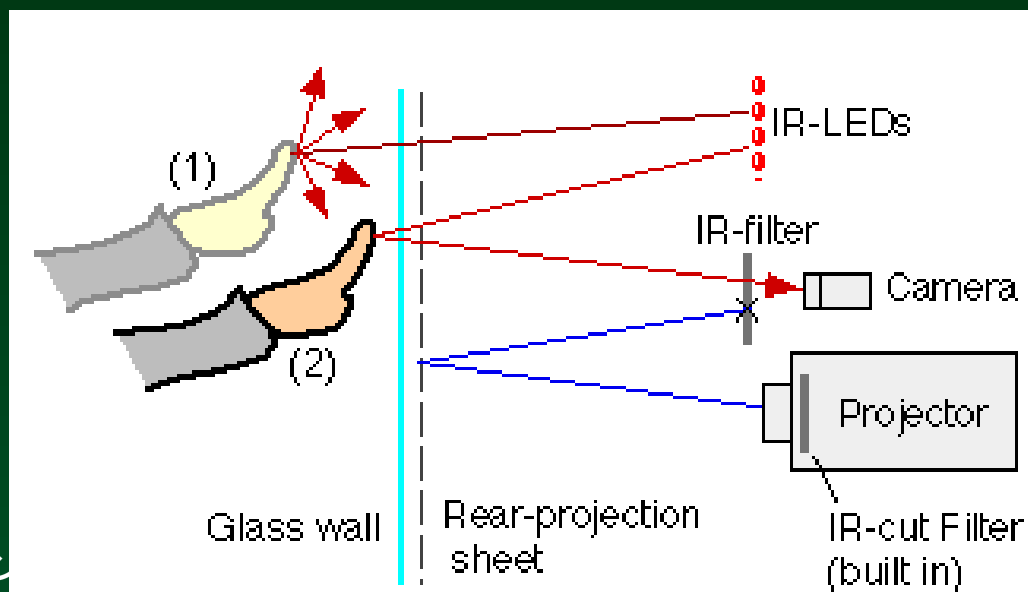
タッチインタフェース

最新タッチインタフェース

- HoloWall
- iGesturePad
- DiamondTouch
- SmartSkin
- FTIR 方式
- Microsoft Surface
- UnMousePad

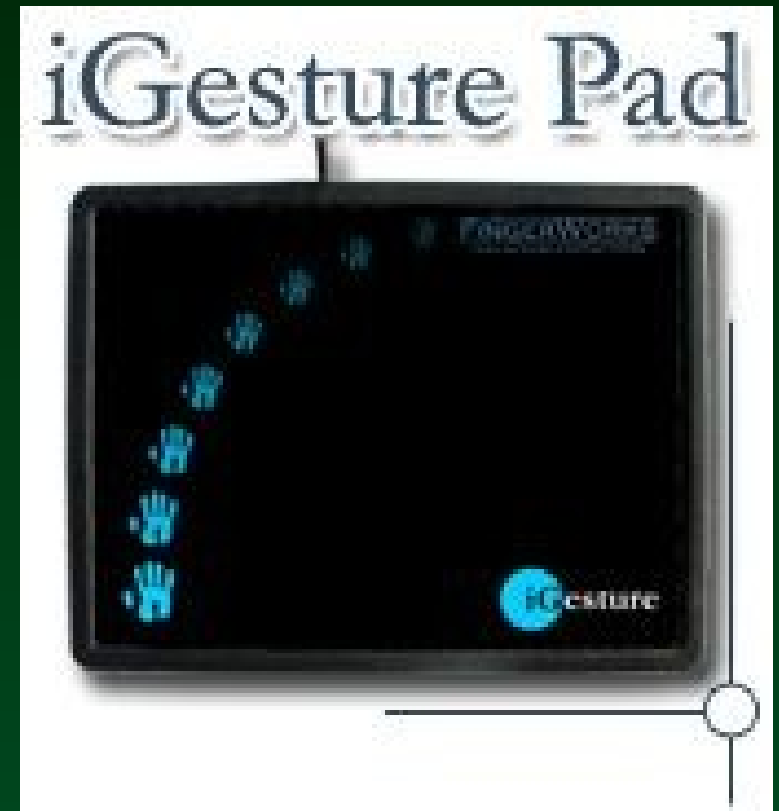
HoloWall, Microsoft Surface

- 赤外光の透過力を応用した、リアカメラ・リアプロジェクション方式
 - [Matsushita 1997]
- スクリーン面に近接した指をカメラで補足
- 手指・腕・体の形状が取れる



iGesturePad

- FingerWorks 社の製品(2002年)
- 静電容量方式による
- 後にAppleに会社ごと買われました



DiamondTouch

- 元はMitsubishi Electric Research Laboratories (MERL) の研究
- 現在はスピンオフした **Circle Twelve** が販売
- 「誰が」どこを触ったかを識別できる数少ないタッチインターフェース
- 椅子に電極があり、体表面を經由して表面から流れる信号を受信

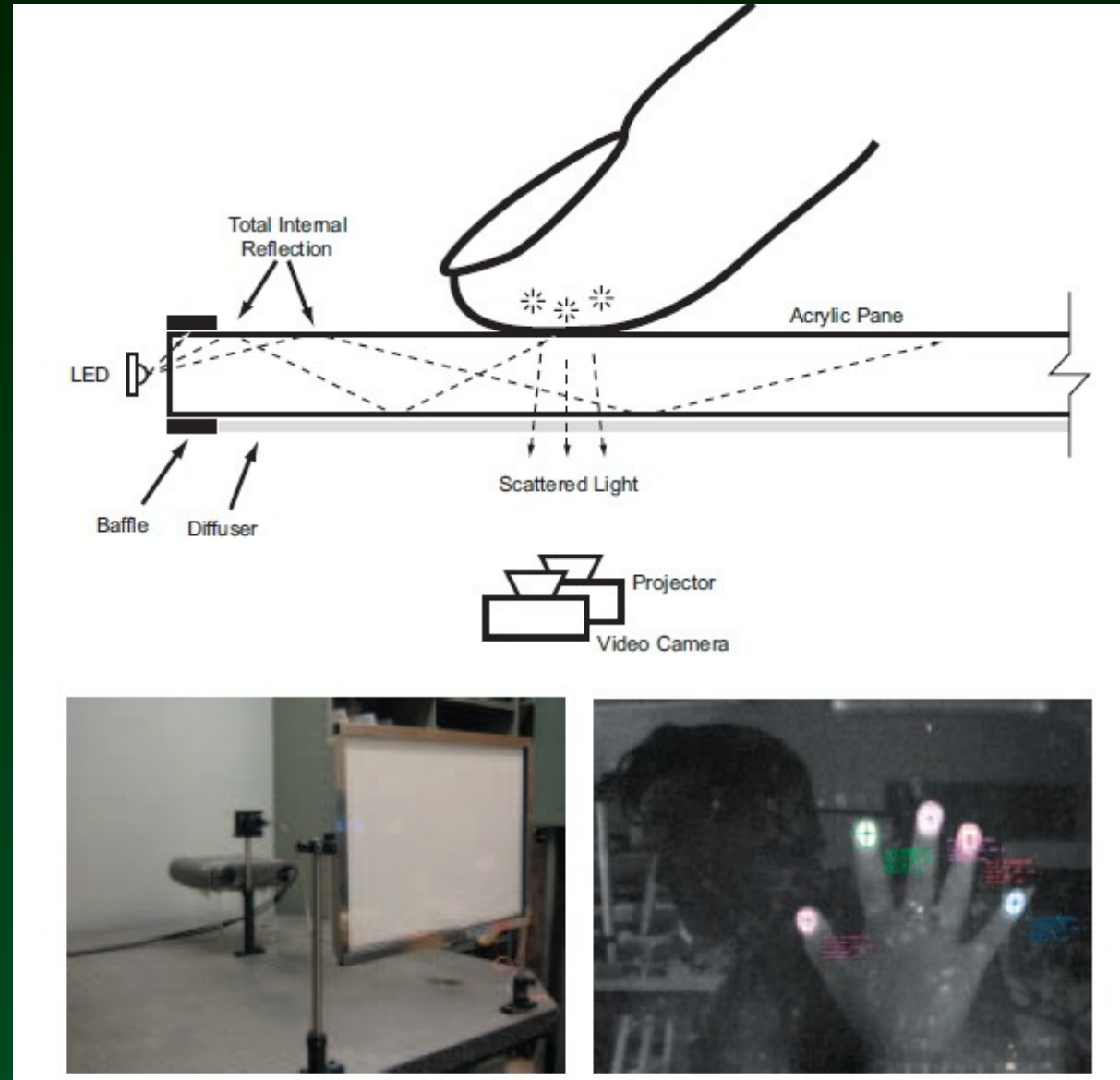


DiamondTouch 参考文献

- [Dietz 2001]
- [Tse 2007]

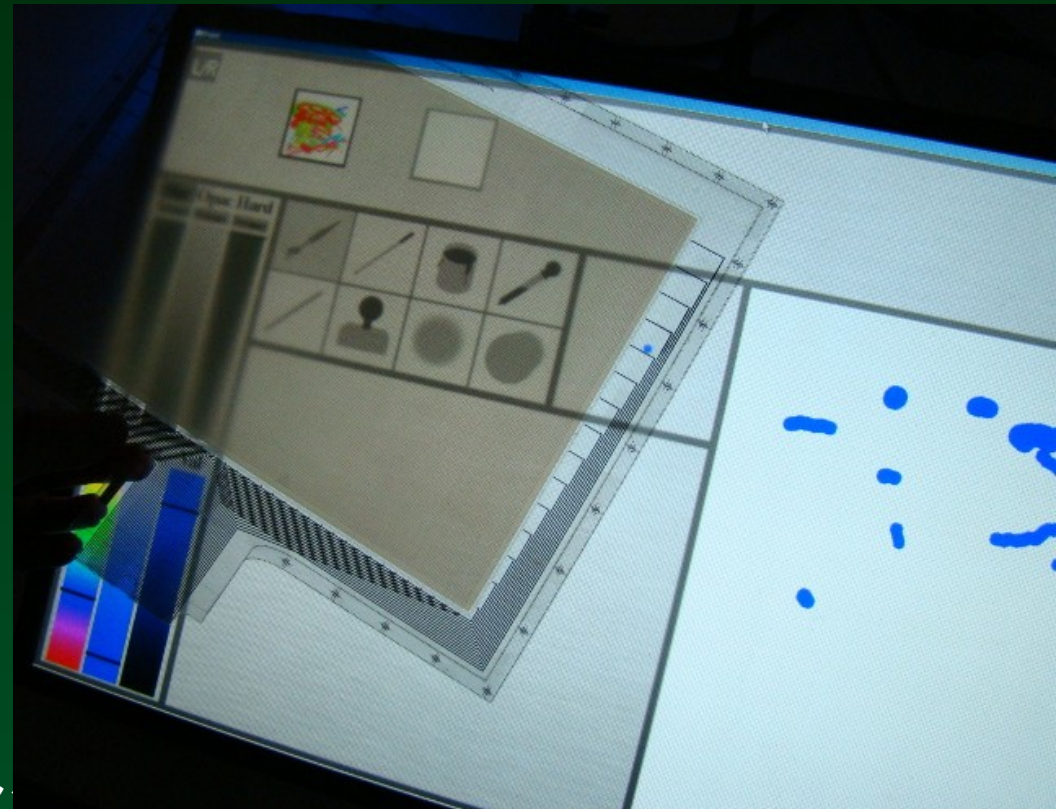
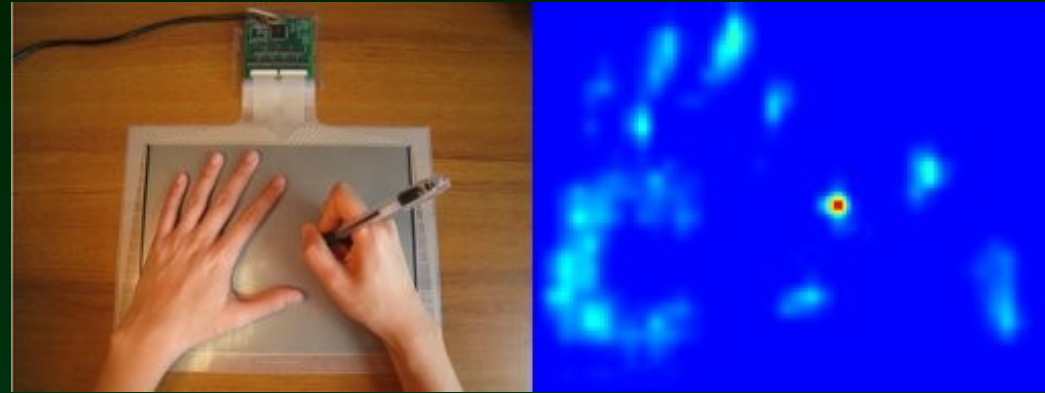
FTIR方式

- [Han 2005]
- Frustrated Total Internal Reflection
- 安価
- 設置面積大 (リアプロジェクション)
- 外乱光に弱い (ただし赤外光を使用)



UnMousePad

- 感圧抵抗素子を格子状に並べる
- 印刷で作ることが可能
- 様々な形状に対応できる
- 安い (1mx1m で1万円程度?)
- 透明電極を使ってディスプレイに載せることも可能
- **TouchCo** より販売



タッチだけで満足ですか？

タッチだけで満足ですか？

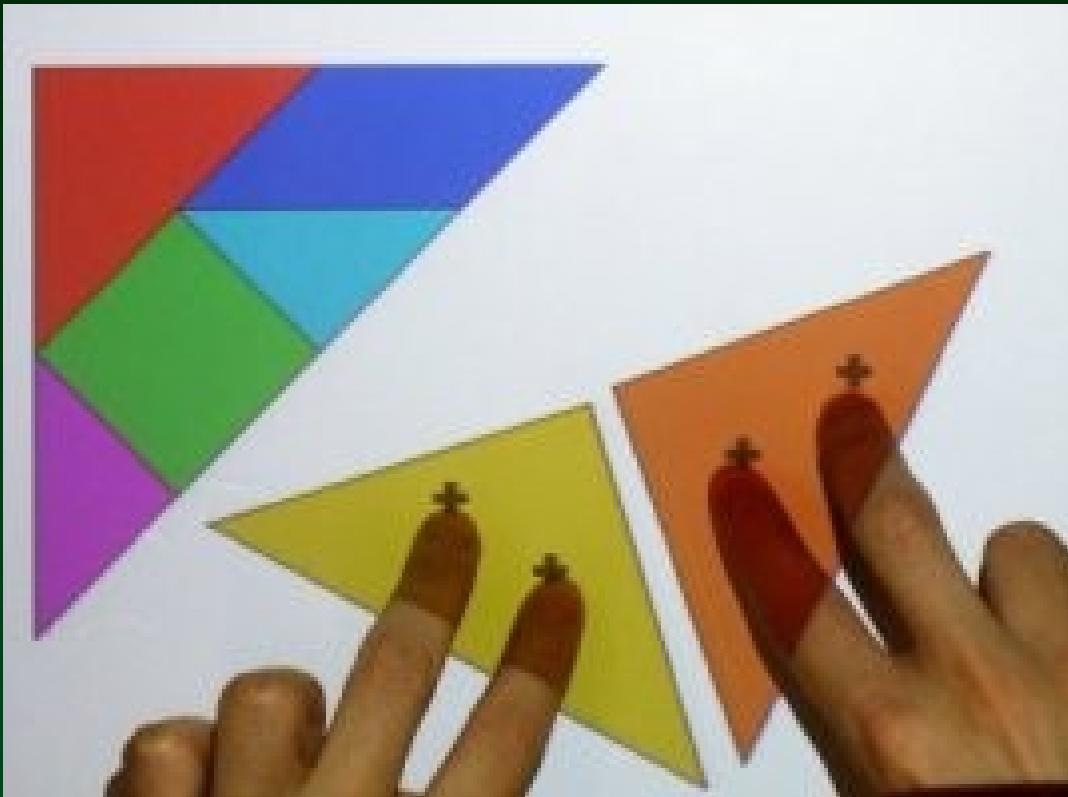
- 指先でのタッチの限界
 - 結局マウスとほとんど同じ
 - マルチタッチ対応したところで、これといった新しいインタラクションは生まれなかった
 - 「指先でのタッチ」自体がそれほど面白くない
(ボタン押すのとたいして変わらない)
- ディスプレイの上にも限定しても、他にもいろいろな入力がある筈
- 日常的に行う様々な身体的動作を取り入れるにはどうしたらよいか？

ディスプレイ上の空間

- これまでの平面的なインタラクションから一歩先へ進むには
- ディスプレイよりちょっと上の空間内の手の動きを補足しよう

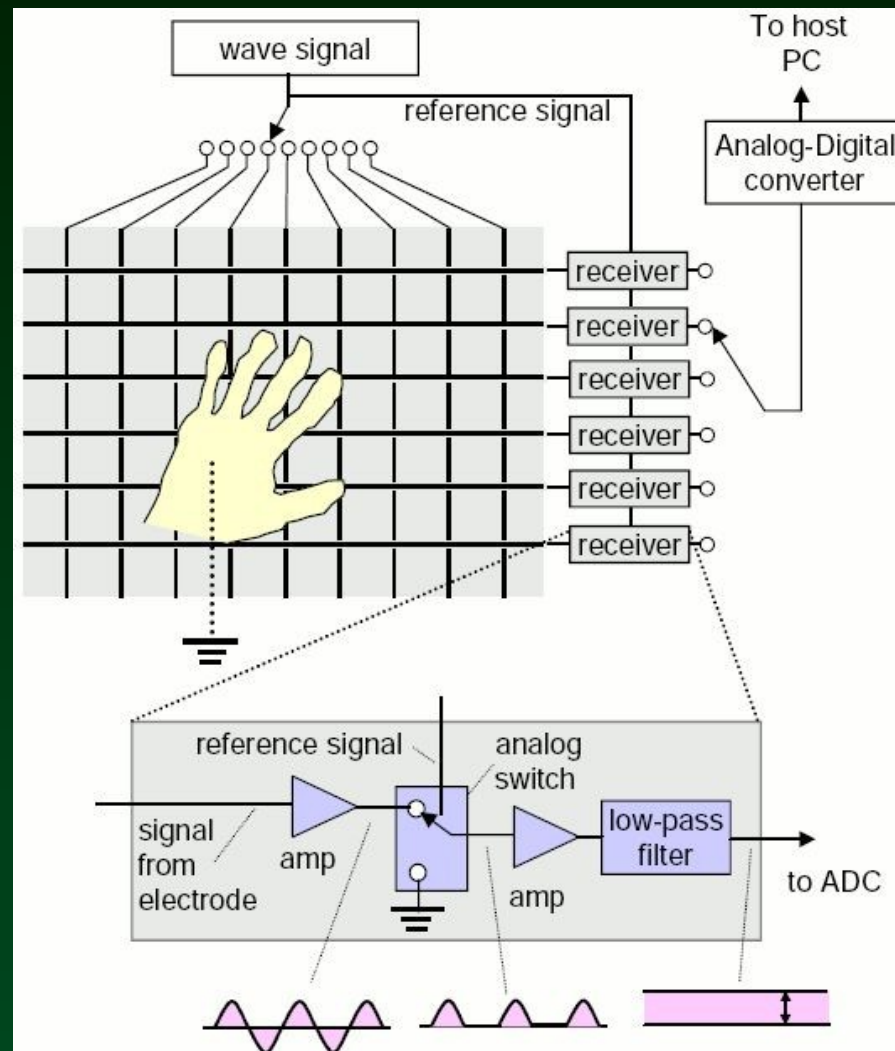
タッチからその先へ: SmartSkin

- SmartSkin [Rekimoto 2002, Fukuchi 2002]



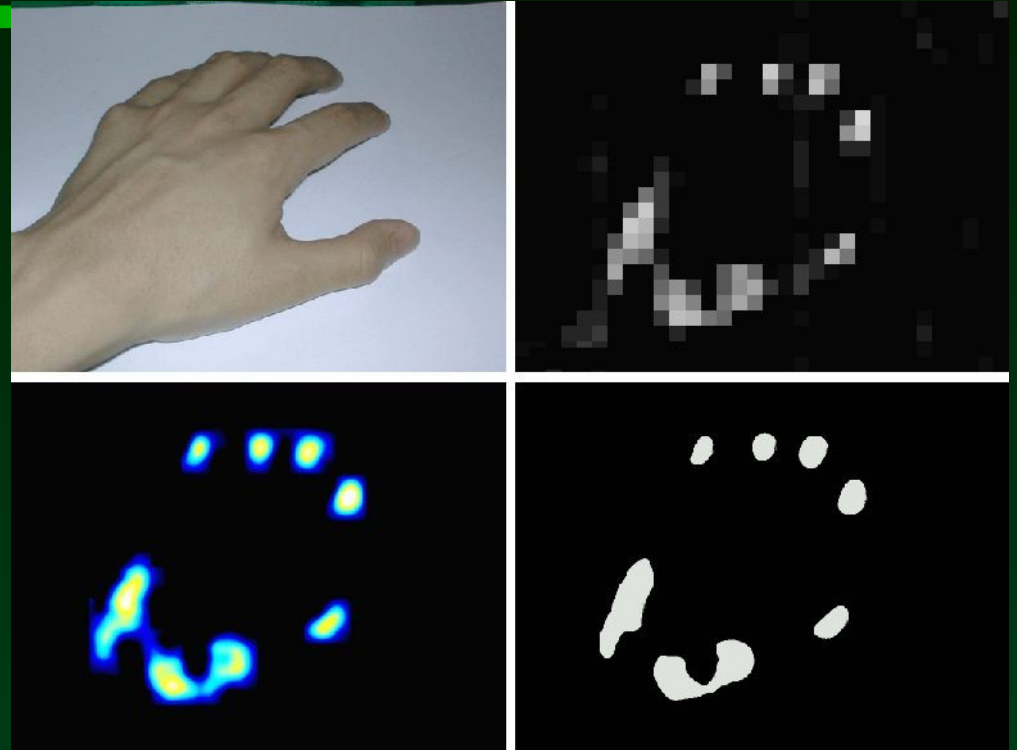
SmartSkin: 原理

- 静電容量の変化を計測
- 送信電極から交流信号を印加
- 送信電極と受信電極は交点で静電結合
- 交点近くに人体(導電物体)があると静電容量が変化
- 時分割に走査して全センサ面での静電容量を計測
- 初期値からの変化量から人体の形状を計測



SmartSkin: 特徴

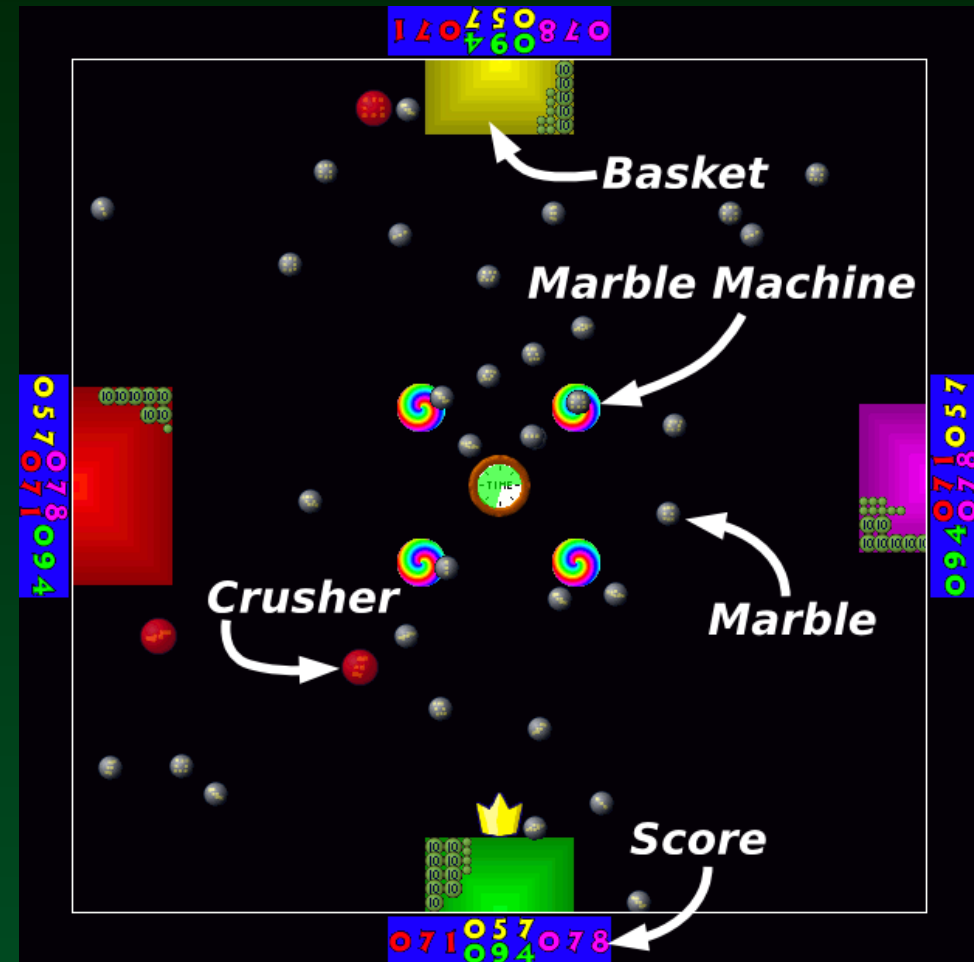
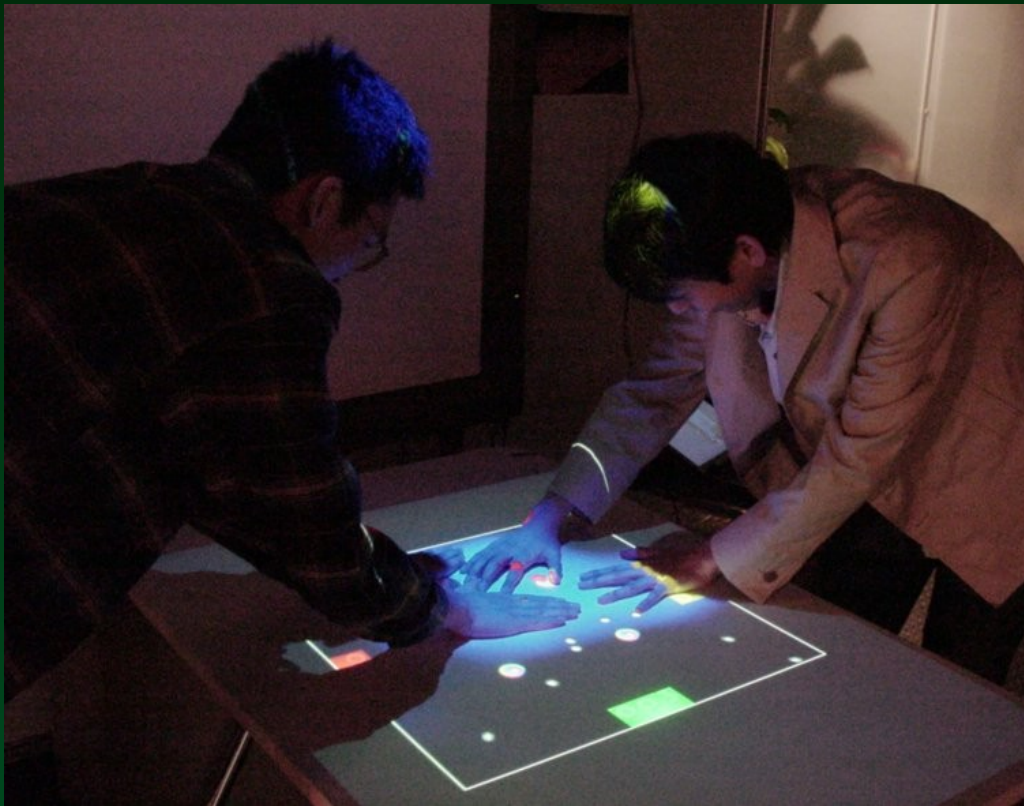
- 交点から人体までの距離におおよそ比例した値が得られる
- これを3次畳み込み内挿で補間することで、滑らかな形状データを得る
- 普通の画像と同じような扱いができるため、一般的な画像処理技術が応用可能



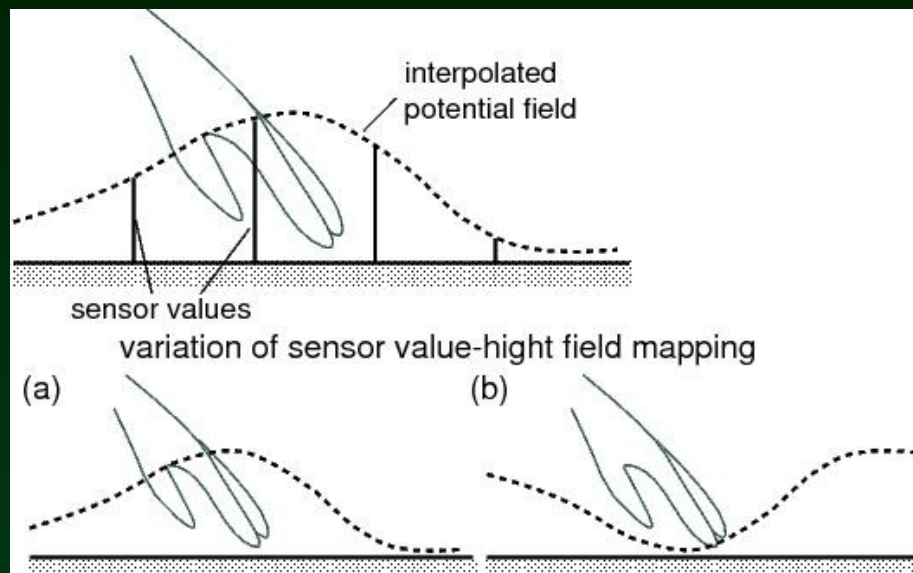
テーブル版仕様
電極数 8x9
大きさ 80cm x 90cm
スキャンレート 毎秒10回
タブレット版仕様
電極数 32x24
大きさ 32cm x 24cm
スキャンレート 毎秒20回

SmartSkin のゲーム応用

- Marble Market [福地 2003]



かき集め操作:ポテンシャル法

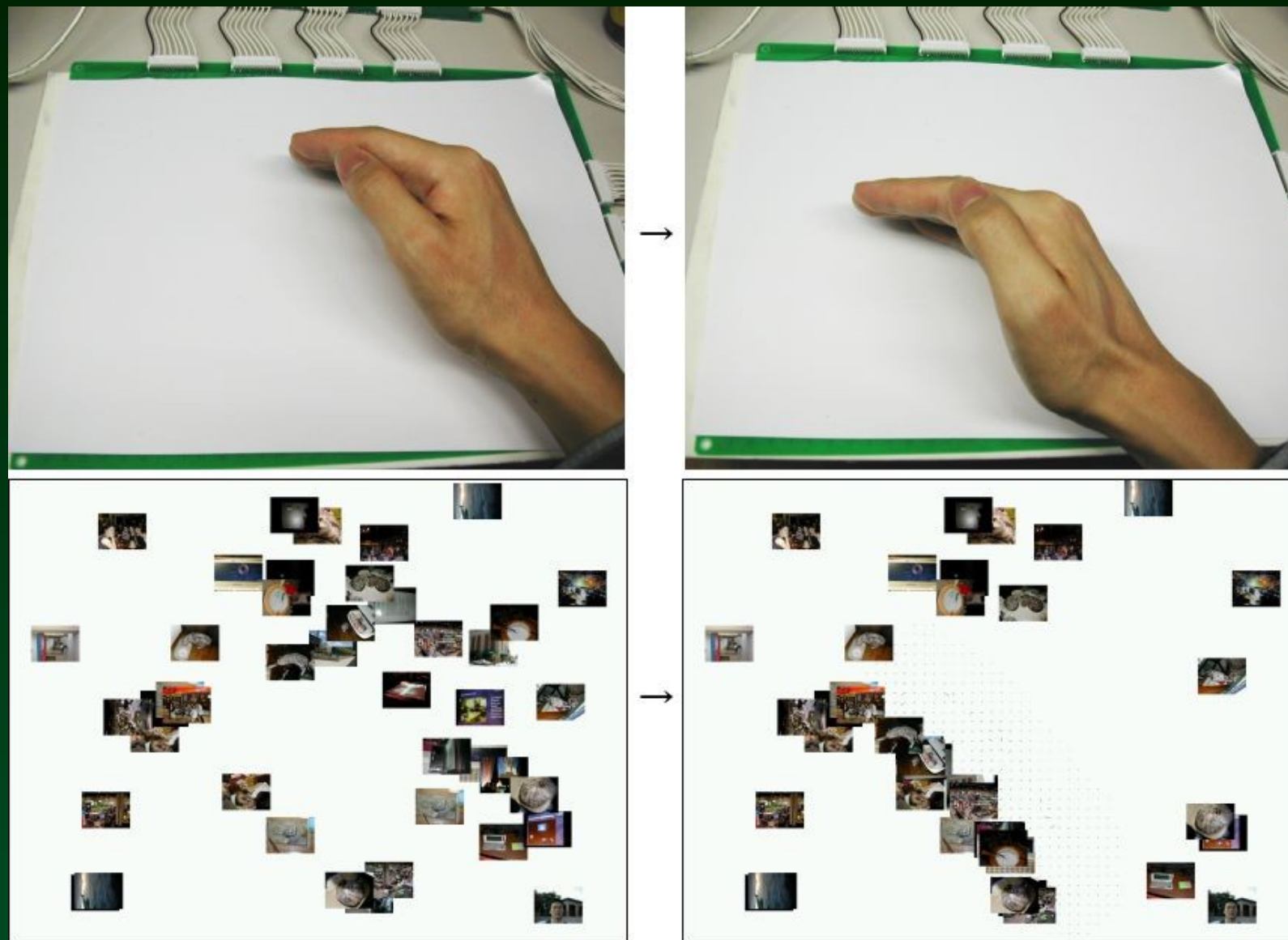


- 補間処理後のデータをポテンシャル面に変換
- 操作対象は、ポテンシャル面上を運動する
→ポテンシャルの低い領域へ一斉移動
- ポテンシャル面の作り方に二種類
 - 手から離れるように移動
 - 手に吸い寄せられるように移動

かき集め操作:Optical Flow法

- 接触面の形状を画像データとして扱い、Optical Flow 法で動きを解析
- 解析結果はベクトル場として得られる
- 画面上の操作対象はベクトル場から力を受けて運動
- 画像が特徴に乏しく、また形状が変形するため、動き解析は不完全だが、おおむね期待通りに動作

かき集め操作:Optical Flow法



ShapeTouch

- [Cao2008]
- オプティカルフローを用いた、手の動き追跡
 - 赤外線カメラ方式のため、画像特徴が豊富
- 得られたベクトルフィールドをそのまま物理エンジンに適用

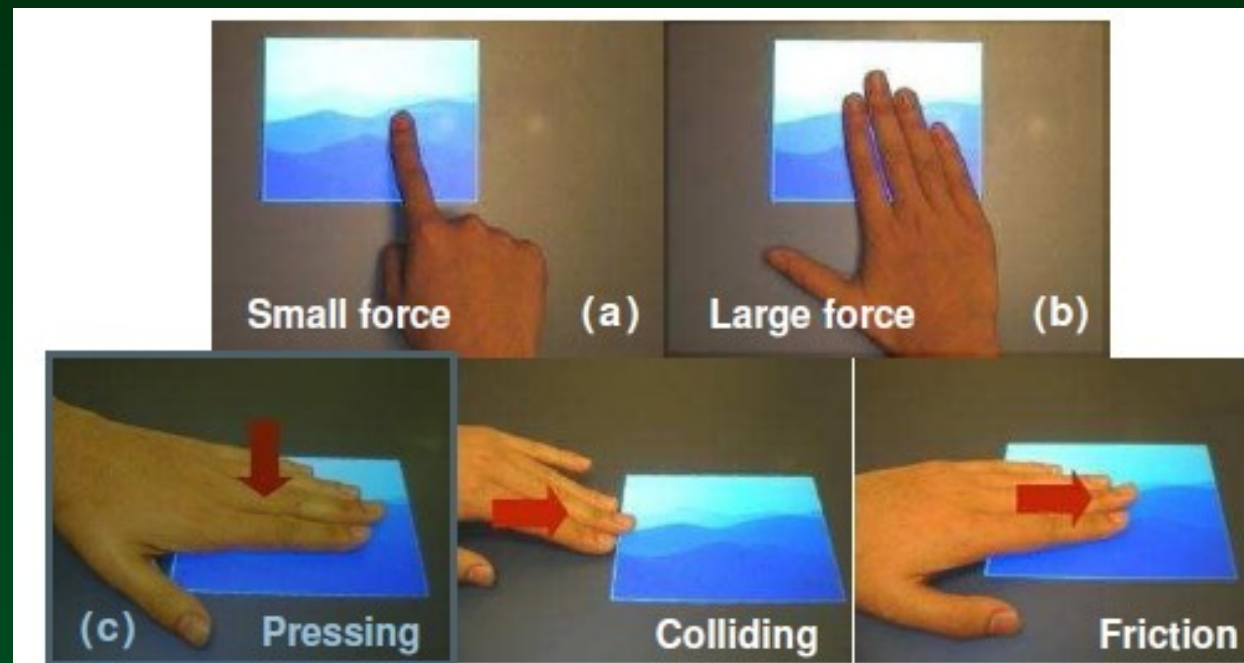
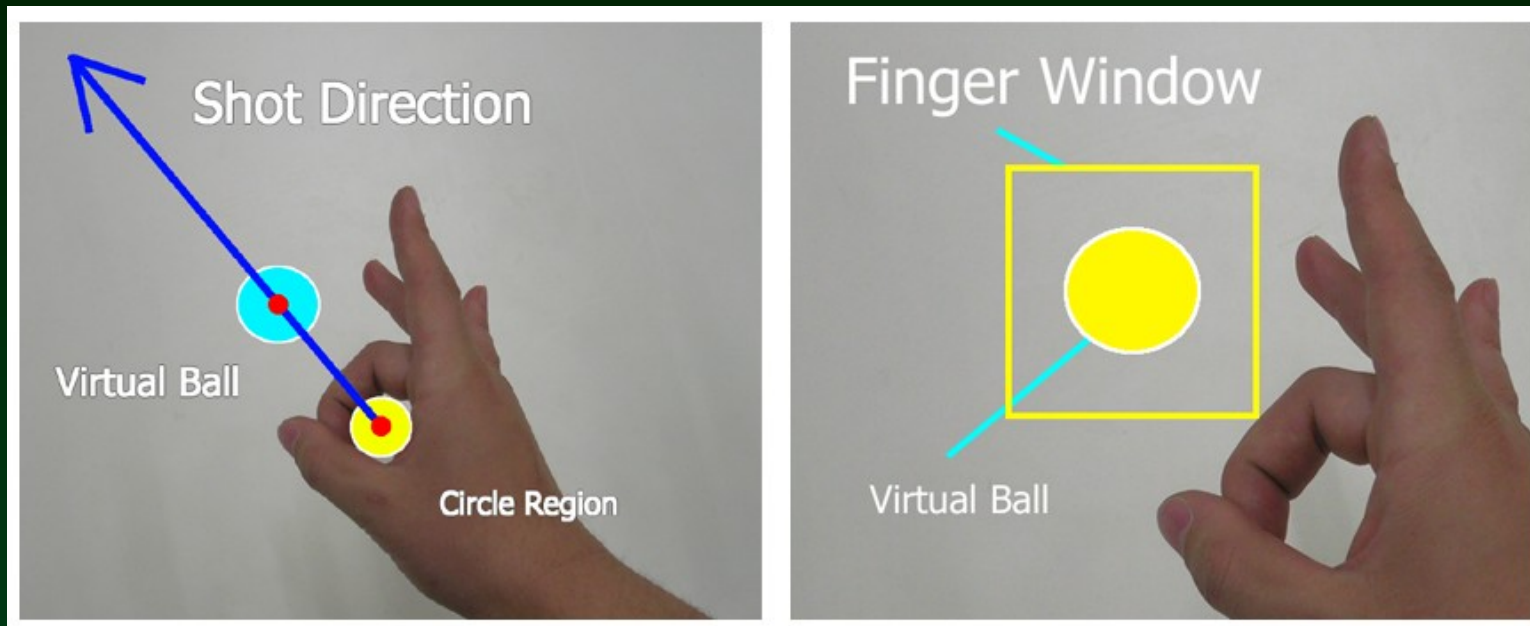


Figure 3. Virtual force. (a) Less contact means smaller force. (b) More contact means larger force. (c) Types of forces.

おはじきインタフェース

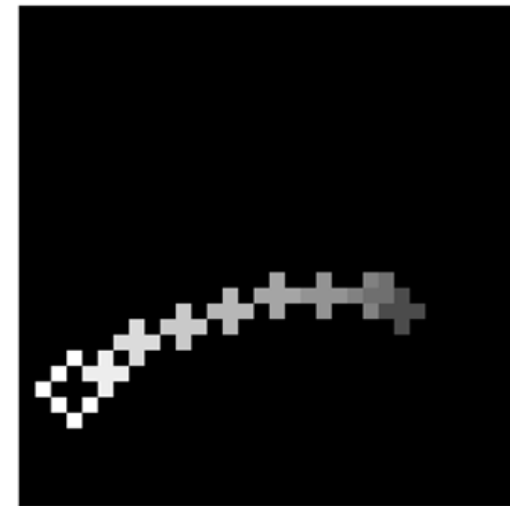
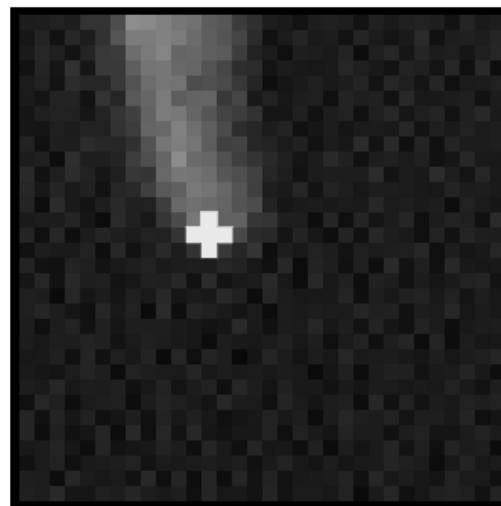
- [佐藤 2006]
- 高速度カメラで指の高速移動を追跡
 - テンプレートマッチングで指先を補足
- 弾く強さを、指の速度から推定
- 向きは、腕と手の相対位置から計算
 - 現実におはじきが飛んでいく方向とは異なる
 - 矢印を表示するなどして補う
 - ゲーム的には許される (むしろ好ましい?)

おはじきインタフェース



向きの推定手法および指先追跡のためのROIの設定

テンプレートと指先追跡の様子



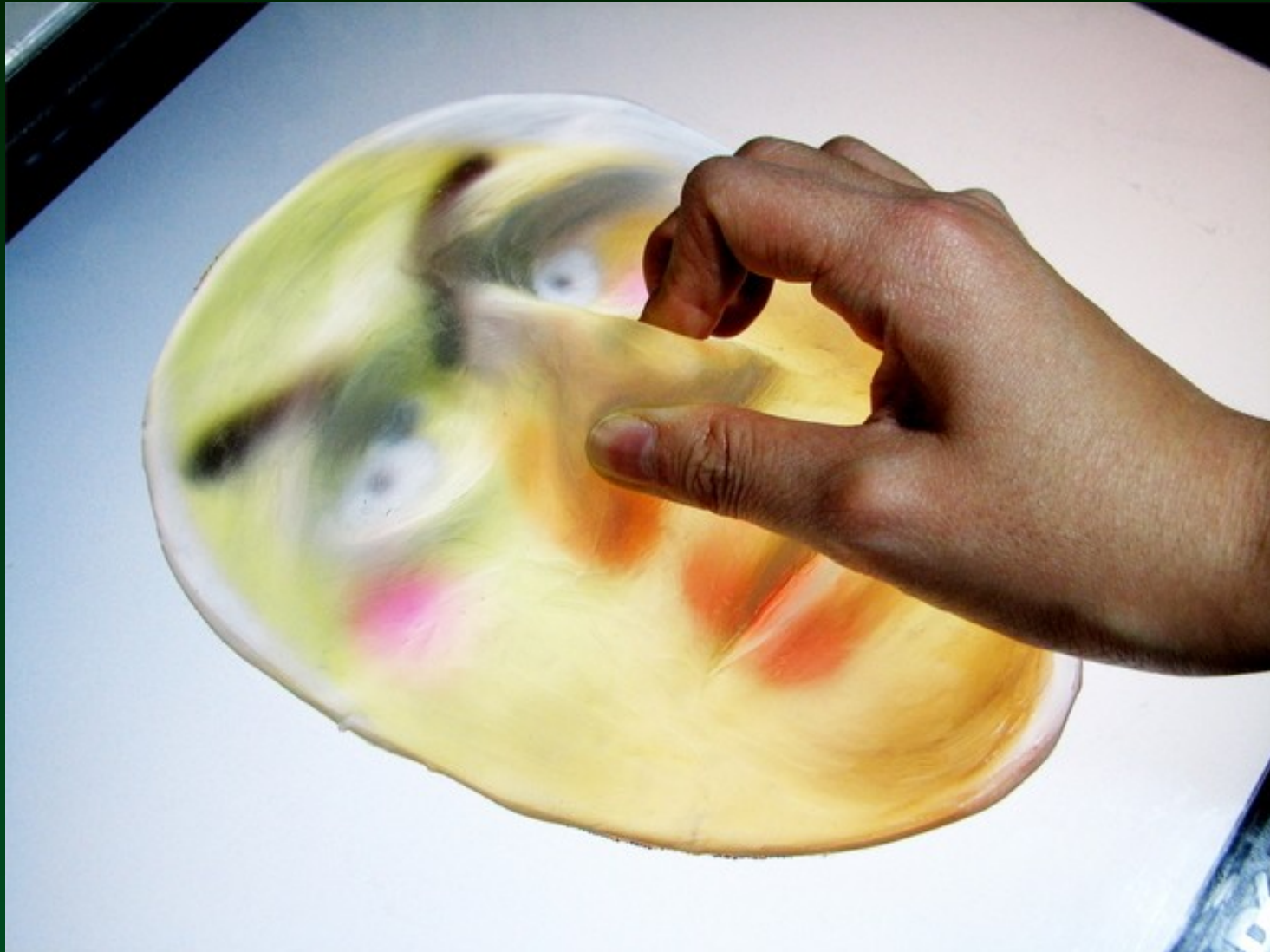
Pac-Pac

- Pac-pac システム [間宮 2007]
- おはじきエンジンを再利用し、指の開閉動作のみ利用
- 位置・向き同時計測可能
- 高速度カメラの利用により、かなりの連射が可能に
- 両手・多人数同時プレイ対応

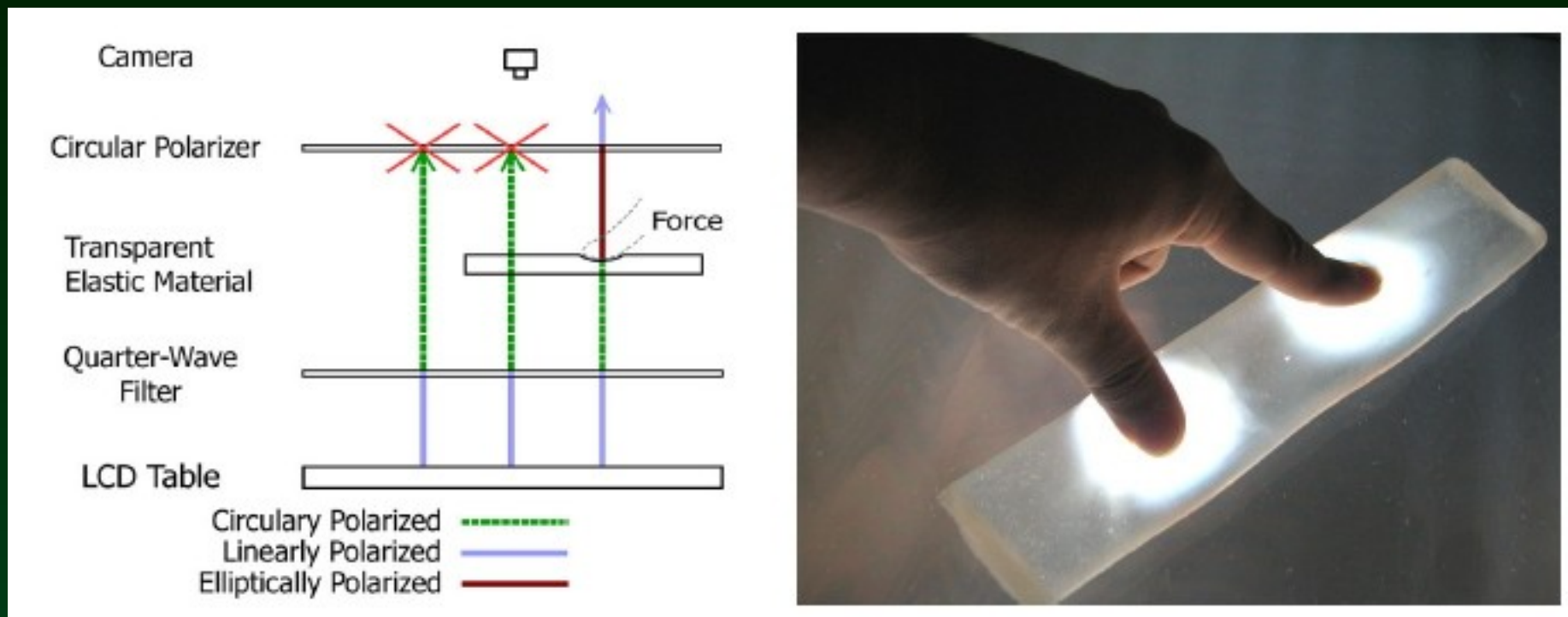
入力から出力へ

- ディスプレイ上の空間の、入力は補足できてきた
- いっそ出力の方もディスプレイから飛び出させよう
- 立体視→明日の CEDEC ラボで!
- 他の方法

Photoelastic Touch



Photoelastic Touch



- [佐藤 2008]
- 偏光および光弾性効果を利用
- ディスプレイ上のカメラから押された部位を観測
- 押された力・方向が計測可能

Photoelastic Touch

- 様々な形状を与えられる
 - 三次元モデルから、ゲルとCGの両方を生成できる
- 欠点
 - 視差の問題で、画像が歪む
 - 指紋などで汚れていく
 - 素材が脆い

まとめ

すぐ次のインタフェースの革新は

- ビジョン入力
 - 現実「感」を!
- タッチインタフェース
 - タッチの「次」は
 - ディ스플레이をちょっとはみ出たところ?
 - まだ見逃がしている体の動き