

ヒューマンコンピュータインタラクション特論 第3回

情報理工学部門 複合情報工学分野

Human-Computer Interaction (HCI) 研究室

小野哲雄 (8-12室)

tono@ist.hokudai.ac.jp

講義資料の配布

- 小野のHP

<http://hci-lab.jp/tono/>

「**北大 小野哲雄**」 *Search!*

- 講義資料 (lectures' handouts)
 - HCI特論

ID: **guest**

PW: **hcritokuron**

<http://hci-lab.jp/tono/>

Name and Affiliation(名前・所属)

Tetsuo Ono, Ph.D., Hokkaido University
Human-Computer Interaction Lab.
Synergetic Information Engineering
Division of Computer Science and Information Technology
Graduate School of Computer Science and Information Technology

小野哲雄 博士(情報科学)
北海道大学 大学院情報科学研究科
情報理工学専攻 複合情報工学講座
ヒューマンコンピュータインタラクション研究室 教授

About My Lab. (研究室に関する情報)

Tetsuo Ono's information(小野哲雄の情報)

[Myself\(自己紹介\)](#)
[Research Topics\(研究テーマ\)](#)
[Publications\(論文リスト\)](#)
[Awards\(受賞\)](#)
[Academic Activity\(学会活動\)](#)

Topics(最近の情報)

[Under Construction(準備中)]

Lectures' Handouts(講義資料)

[HCI特論](#)
[ロボット情報学](#)

その他(misc)

連絡先(contact)

address: N14-W9, Kita-ku, Sapporo, 060-0814 Japan
phone: +81-11-706-7104 fax: +81-11-706-7391
e-mail: tonos [at] ist.hokudai.ac.jp

住所: 〒060-0814 札幌市北区北14条西9丁目
tel. 011-706-7104 fax. 011-706-7391
e-mail. tonos [at] ist.hokudai.ac.jp

ヒューマンコンピュータインタラクション特論

- Syllabus -

【授業の目標】

近年、情報化社会において、人とコンピュータのインタラクションをデザインすることの重要性が認識され、基礎研究および研究開発が積極的に行われている。本講義では特に、人と知的システム（ロボットやエージェントなど）とのインタラクションの仕組みを理解するために、そのシステムの構成原理や構成方法、モデル化、ユーザの認知特性、システムの評価手法について学ぶ。

【到達目標】

インタラクティブシステムに関する情報技術の基礎と応用を理解したうえで、(1) ロボットやエージェントなどの知的システムに用いられる情報技術を理解し、その動作原理を説明できる。(2) 人の認知特性を理解し、それを用いて既存のシステムの問題点を指摘することができる。(3) システムの評価手法を理解し、その手法を用いて与えられたデータを解析することができる。

授業計画 (予定)

1. 10/1(火) 4限 (小野) HCI入門
2. 10/4(金) 3限 (小野) HCI概論
3. 10/8(火) 4限 : **[休講]**
4. 10/11(金) 3限 (小野) HCI概論(2) # 論文発表の説明
5. 10/15(火) 4限 (小野) HCIの構成原理と構成方法(1) # 登録開始
6. 10/25(金) 3限 (小野) HCIの構成原理と構成方法(2)
7. 10/31(木) 4限 <- 火曜授業 (小野) **[論文発表1(1)]**
8. 11/1(金) 3限 (小野) **[論文発表1(2)]**
9. 11/5(火) 4限 (小野) ヒューマンロボットインタラクション(HRI) # 説明
10. 11/8(金) 3限 (小野) ヒューマンエージェントインタラクション(HAI) #登録
11. 11/12(火) 4限 (小野) Predicting Human Decision-Making (1)
12. 11/15(金) 3限 (小野) Predicting Human Decision-Making (2)
13. 11/19(火) 4限 (坂本) HCIにおける実験と評価(1)
14. 11/22(金) 3限 (坂本) HCIにおける実験と評価(2)
15. 11/26(火) 4限 (小野) **[論文発表2(1)]**
16. 11/29(金) 3限 (小野) **[論文発表2(2)]**

講義の詳細 (1)

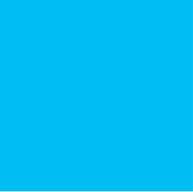
- HCI概論：
 - “*Designing Interaction*”に基づき、HCIの研究分野を概観し、さまざまな事例をとおして背景知識を得る
- HCIの構成原理と構成方法 (1)(2)：
 - HCIで用いられる情報技術の基礎と応用について解説する(例：機械学習、音声・テキスト入力、画像処理)
 - 特に、機械学習に関する一般的な方法論を概観し、HCI分野で用いられる技術について学ぶ
- (HCIにおける認知：)
 - 人のインタフェース特性、情報処理モデル、生態学的モデル、社会的インタラクションなどについて解説する

講義の詳細 (2)

- HCIにおける実験と評価(1)(2) :
 - ・ 実験計画法、質的評価、ユーザエクスペリエンス(UX)、ユーザセンタードデザイン(UCD)の概要を解説する
- ヒューマンロボットインタラクション :
 - ・ HRI研究の概要、研究手法を解説する
 - 確率ロボティクス(動作・知覚、位置推定、地図生成)
 - 大規模データに基づく人とロボットの対話など
- ヒューマンエージェントインタラクション :
 - ・ HAI研究の概要、研究手法を解説する
 - エージェントを用いた対話システム(POMDP対話制御)
 - マルチモーダル対話など
- Predicting Human Decision-Making

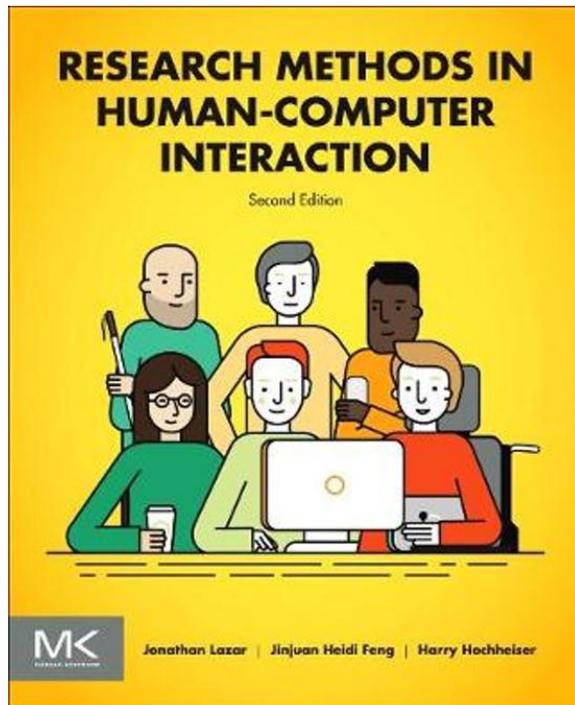
評価・レポート課題

- ・ レポート課題 (英語論文購読) :
 1. **HCI**の論文1本 → 内容を要約しレポート作成
e.g., CHI, UIST, SIGGRAPH
 2. **HAI/HRI**の論文1本 → 内容を要約しレポート作成
e.g., HRI, HAI, IVA
 3. **HCI (10/31,11/1) or HAI/HRI (11/26,29)** で発表



HCI概論 (2)

Research Methods in Human-Computer Interaction



Chapter 2- Experimental Research

Overview

- Types of behavioral research
- Research hypotheses
- Basics of experimental research
- Significance tests
- Limitations of experimental research

Types of behavioral research

- Descriptive investigations focus on constructing an accurate description of what is happening.
- Relational investigations enable the researcher to identify relations between multiple factors. However, relational studies can rarely determine the causal relationship between multiple factors.
- Experimental research allows the establishment of causal relationship.

Types of behavioral research

Type of research	Focus	General claims	Typical methods
Descriptive	Describe a situation or a set of events	X is happening	Observations, field studies, focus groups, interviews
Relational	Identify relations between multiple variables	X is related to Y	Observations, field studies, surveys
Experimental	Identify <u>causes</u> of a situation or a set of events	X <u>is responsible for</u> Y	Controlled experiments

Table 2.1 Relationship between descriptive research, relational research, and experimental research.

Research hypotheses

- An experiment normally starts with a research hypothesis.
- A hypothesis is a precise problem statement that can be directly tested through an empirical investigation.
- Compared with a theory, a hypothesis is a smaller, more focused statement that can be examined by a single experiment

Types of hypotheses

- Null hypothesis: typically states that there is no difference between experimental treatments.
- Alternative hypothesis: a statement that is mutually **exclusive** with the null hypothesis.
- The goal of an experiment is to find statistical evidence to refute or nullify the null hypothesis in order to support the alternative hypothesis.
- A hypothesis should specify the independent variables and dependent variables.

Research hypotheses

- **Independent variables** (IV) refer to the factors that the researchers are interested in studying or the possible “cause” of the change in the dependent variable.
 - IV is independent of a participant’s behavior.
 - IV is usually the treatments or conditions that the researchers can control.
- **Dependent variables** (DV) refer to the outcome or effect that the researchers are interested in.
 - DV is dependent on a participant’s behavior or the changes in the IVs
 - DV is usually the outcomes that the researchers need to measure.

Typical independent variables in HCI

- Those that relate to technology
 - Types of technology or device
 - Types of design
- Those that relate to users: age, gender, computer experience, professional domain, education, culture, motivation, mood, and disabilities
- Those that relate to context of use:
 - Physical status
 - User status
 - Social status

Typical dependent variables in HCI

- Efficiency:
 - e.g., task completion time, speed
- Accuracy:
 - e.g., error rate
- Subjective satisfaction:
 - e.g., Likert scale ratings
- Ease of learning and retention rate
- Physical or cognitive demand
 - e.g., NASA task load index

Components of experiment

- Treatments, or conditions: the different techniques, devices, or procedures that we want to compare
- Units: the objects to which we apply the experiment treatments. In HCI research, the units are normally human subjects with specific characteristics, such as gender, age, or computing experience
- Assignment method: the way in which the experimental units are assigned different treatments.

Randomization

- Randomization: the random assignment of treatments to the experimental units or participants
- In a totally randomized experiment, no one, including the investigators themselves, is able to predict the condition to which a participant is going to be assigned
- Methods of randomization
 - Preliminary methods
 - Random table
 - Software driven randomization

Significance tests

- Why do we need significance tests?
 - When the values of the members of the comparison groups are all known, you can directly compare them and draw a conclusion. No significance test is needed since there is no uncertainty involved.
 - When the population is large, we can only sample a sub-group of people from the entire population.
 - Significance tests allow us to determine how confident we are that the results observed from the sampling population can be generalized to the entire population.

Type I and Type II errors

- All significance tests are subject to the risk of Type I and Type II errors.
- A **Type I error** (also called an α error or a “false positive”) refers to the mistake of rejecting the null hypothesis when it is true and should not be rejected.
- A **Type II error** (also called a β error or a “false negative”) refers to the mistake of not rejecting the null hypothesis when it is false and should be rejected.

Type I and Type II errors

		Jury decision	
		Not guilty	Guilty
Reality	Not guilty	✓	Type I error
	Guilty	Type II error	✓

Table 2.3 Type I and Type II errors in the judicial case.

		Study conclusion	
		No difference	Touchscreen ATM is easier to use
Reality	No difference	✓	Type I error
	Touchscreen ATM is easier to use	Type II error	✓

Table 2.4 Type I and Type II errors in a hypothetical HCI experiment.

Type I and Type II errors

- It is generally believed that Type I errors are worse than Type II errors.
- Statisticians call Type I errors a mistake that involves “gullibility”.
 - A Type I error may result in a condition worse than the current state.
- Type II errors are mistakes that involve “blindness”.
 - A Type II error can cost the opportunity to improve the current state.

Controlling risks of errors

- In statistics, the probability of making a Type I error is called **alpha** (or significance level, p value).
- The probability of making a Type II error is called **beta**.
- The statistical power of a test, defined as $1-\beta$, refers to the probability of successfully rejecting a null hypothesis when it is false and should be rejected

Controlling risks of errors

- Alpha and beta are **interrelated**. Under the same conditions, decreasing alpha reduces the chance of making Type I errors but increases the chance of making Type II errors.
- In experimental research, it is generally believed that Type I errors are worse than Type II errors.
- So a very low p value (0.05) is widely adopted to control the occurrence of Type I errors.

Limitations of Experimental Research

- Experimental research requires well-defined, testable hypotheses that consist of a limited number of dependent and independent variables.
- Experimental research requires strict control of factors that may influence the dependent variables.
- Lab-based experiments may not be a good representation of users' typical interaction behavior.

前回の復習：HCI概論（1）

– HCIの3要素：

- **ビジョン (*Vision*)**：
Knowledge navigator (Apple), Tangible bits
(石井 裕)
- **アイデア (*Idea*)**：
reCAPTCHA, Duolingo (Dr. Luis von Ahn)
- **テクニック (*Technical skill*)**：
Touch & Activate (機械学習を用いた例)

インタフェースの入力と出力の手法

- ハードウェアインタフェース：
 - ・ 入力・操作：キーボード、ポインティングデバイス
 - ・ 出力・表示：プリンタ、ディスプレイ、GUI
 - ・ 音声入出力・ビデオ入力
- インタフェースの手法：
 - ・ テキスト入力
 - ・ 音声インタフェース
 - ・ コンピュータビジョン
 - ・ 紙・物・場所によるインタラクション

(参考：『ヒューマンインタフェース入門』、椎尾、2010)

たとえば、キーボード . . .

DVORAK KEY LAYOUT (ドボラック配列)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	[]	
'	<	>	P	Y	F	G	C	R	L	?/	+ =	/(¥)
A	O	E	U	I	D	H	T	N	S	-		
;	Q	J	K	X	B	M	W	V	Z			



1式, JISなど)

- 人間工学 (人間の指の動き、ピ
- メカニズム、ハードウェア・ソ
- 将来的な展望
- キーボードのような入力機器が
- 持ち運びの必要ない、いつでも



("FingerRing, Fukumoto, CHI97)

「夢」のキーボード？（開発事例）

- 研究事例：“FingeRing” (Fukumoto, CHI97)
 - 研究のコンセプト
 - 装着型PDAの入力装置として開発
 - 各指に加速度センサ、ワイヤレス
 - 利点
 - 立っていても歩いても入力できる
 - エキスパートは200文字/分、入力できる
 - 問題点
 - 慣れないと入力できない



たとえば、キーボード . . .

- I S と情報技術・機器の関係
 - 接続・間接操作：キーボード
- 情報技術・機器のメカニズム
 - キーボードの歴史（Qwerty, Dvorak, M式, JISなど）
 - 人間工学（人間の指の動き、ピッチ幅など）
 - メカニズム、ハードウェア・ソフトウェアとの関連
- 将来的な展望
 - キーボードのような入力機器が必要なくなる
 - 持ち運びの必要ない、いつでも入力できる



なぜ入力・操作機器を携帯しなければいけないのか？
なぜユーザが個人でカスタマイズできないのか？

入力・操作：研究事例(1)

“Touch & Activate: Adding Interactivity to Existing Objects Using Active Acoustic Sensing”,

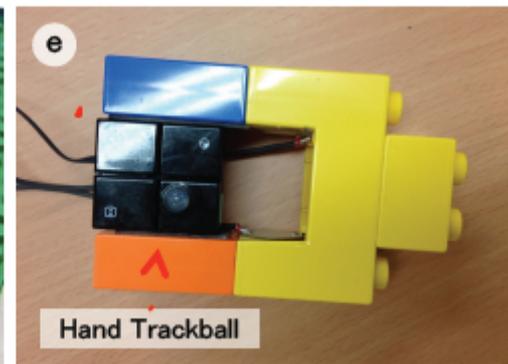
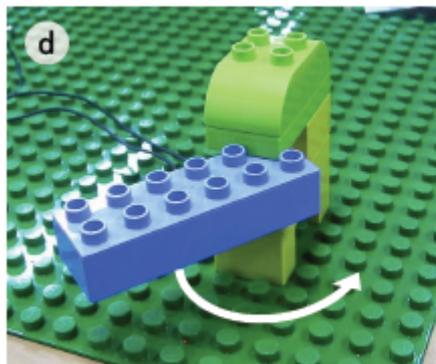
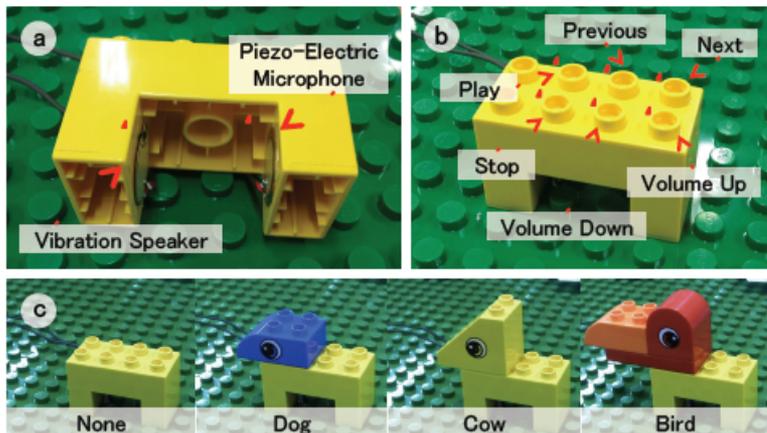
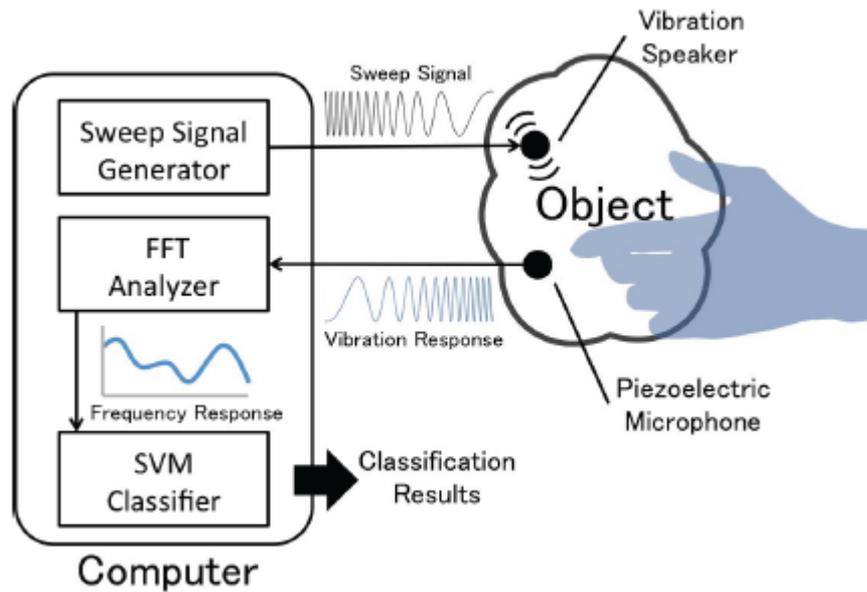
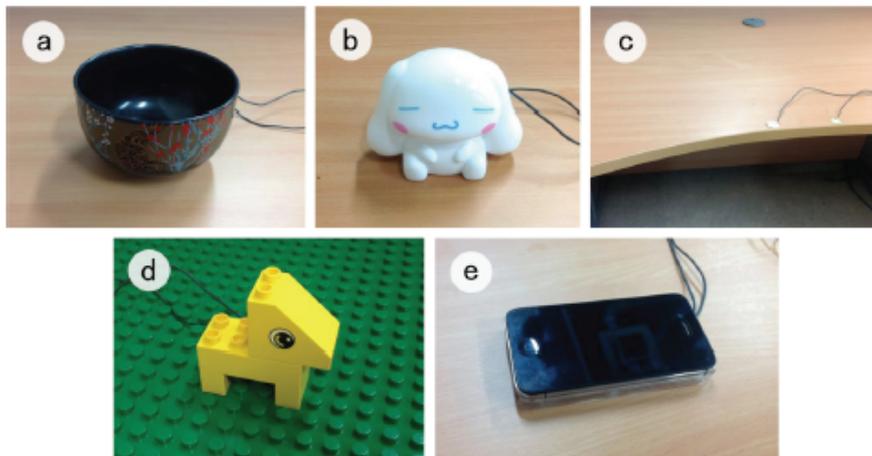
Makoto Ono, Buntarou Shizuki, Jiro Tanaka, UIST2013.

Touch & Activate: Adding Interactivity to Existing Objects
using Active Acoustic Sensing

Makoto Ono, Buntarou shizuki, and Jiro Tanaka
University of Tsukuba

入力・操作：研究事例(1) [研究のポイント]

– “*Designing Interactions*”を確認しよう！



入力・操作：研究事例(2)

“SenSkin: Adapting Skin as a Soft Interface”

Masa Ogata, Yuta Sugiura, Yasutoshi Makino, Masahiko Inami,
UIST2013.

SenSkin

Adapting Skin as a Soft Interface

Masa OGATA, Yuta SUGIURA, Yasutoshi MAKINO, Masahiko INAMI, Michita IMAI
Keio University

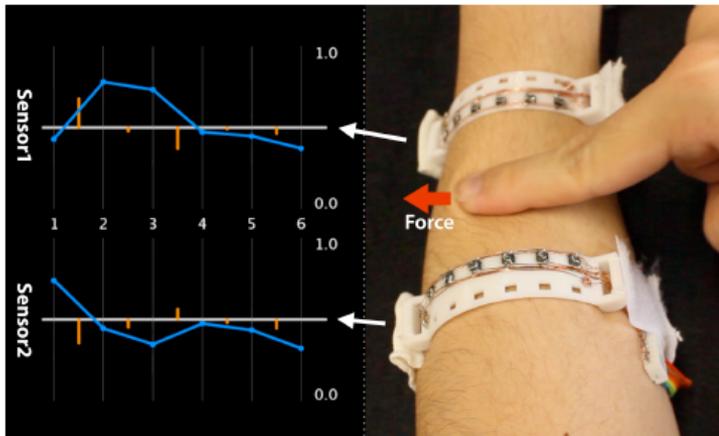
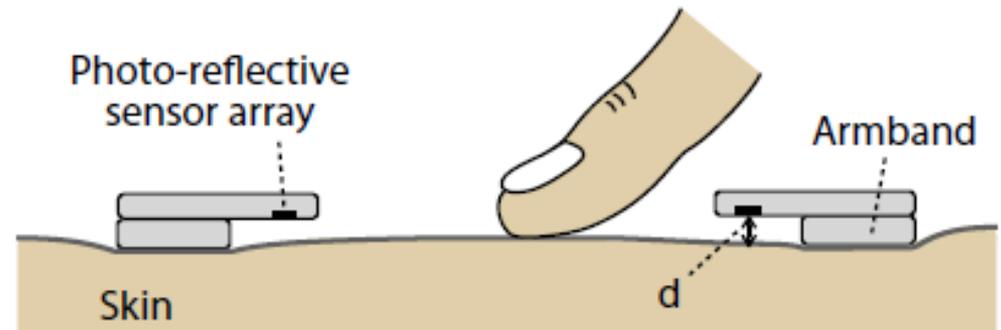
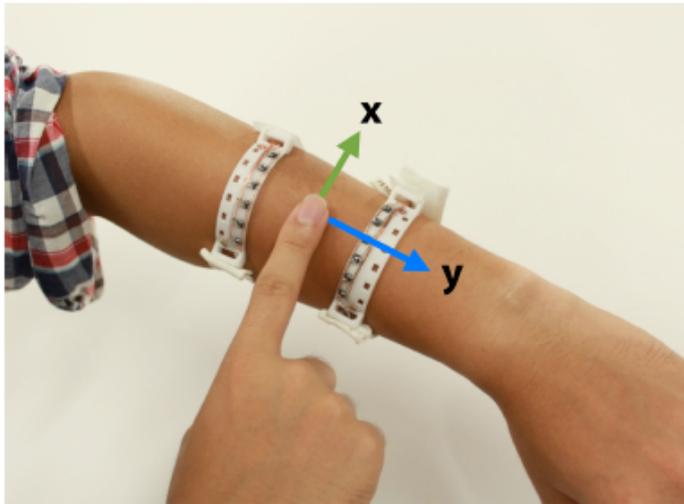
UIST 2013 Paper



KEIO MEDIA DESIGN

入力・操作：研究事例(2)[研究のポイント]

- “*Designing Interactions*”を確認しよう！



たとえば、ディスプレイ

– ディスプレイ：

- CRT (cathode ray tube、ブラウン管)
- LCD (liquid crystal display、液晶ディスプレイ)



– 問題と将来的な展望：

- 2次元の表現のみ可能
- 触覚の提示は難しい
- ウェアラブルデバイスとするには折り曲げたい (bendable)

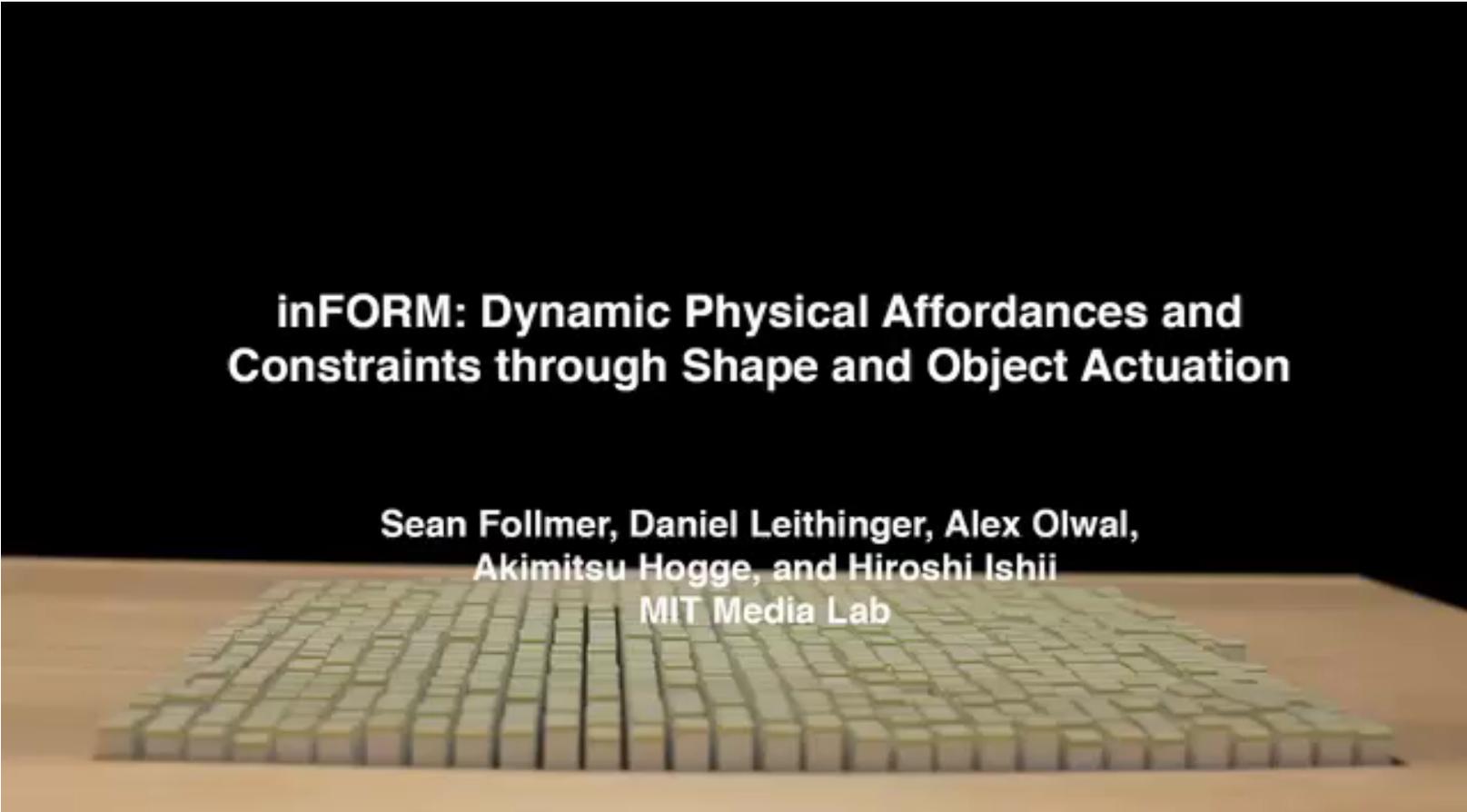


出力・表示：研究事例(1)

“inFORM: Dynamic Physical Affordances and Constraints”,
Sean Follmer Daniel Leithinger Alex Olwal Akimitsu Hogge Hiroshi Ishii,
UIST2013.

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

Sean Follmer, Daniel Leithinger, Alex Olwal,
Akimitsu Hogge, and Hiroshi Ishii
MIT Media Lab



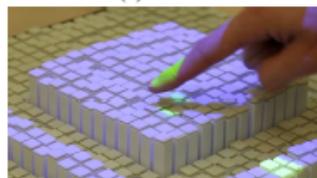
出力・表示：研究事例(1) [研究のポイント]

– “*Designing Interactions*”を確認しよう！



(a) Button

(b) 1D Touch Track



(c) 2D Touch Surface



(d) Handle



(a) Well



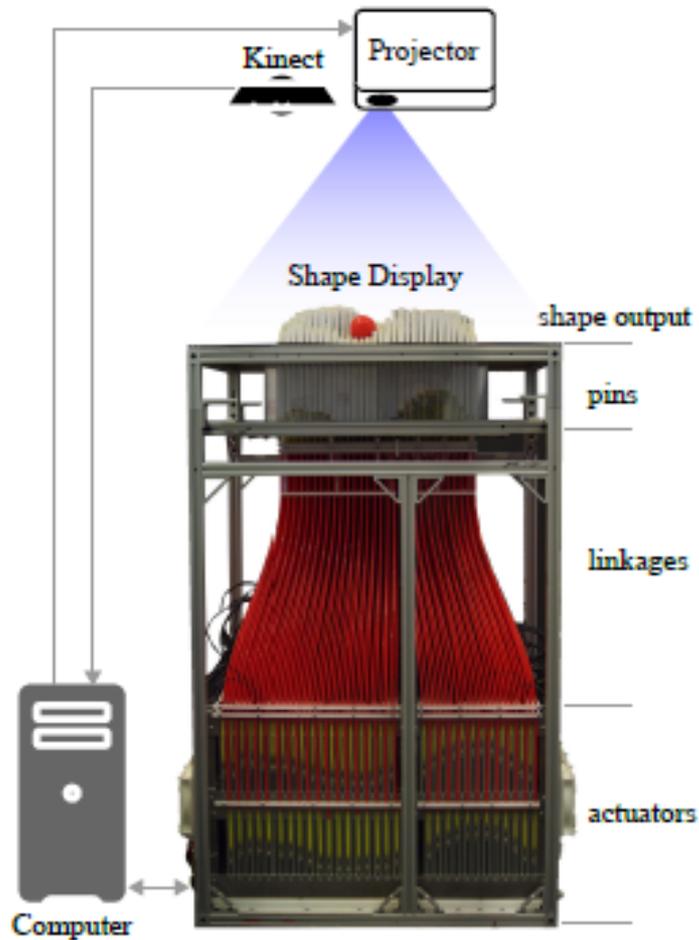
(b) Slot



(c) Ramp



(d) Surface



出力・表示: 研究事例(2)

“PrintScreen: Fabricating Highly Customizable Thin-film Touch-Displays”
Simon Olberding, Michael Wessely, Jurgen Steimle, UIST2014.

PrintScreen: Fabricating Highly Customizable Thin-film Touch-Displays

Simon Olberding, Michael Wessely, Jürgen Steimle

Max Planck Institute for Informatics and Saarland University



出力・表示：研究事例(2) [研究のポイント]

– “*Designing Interactions*”を確認しよう！



Fabrication Process



Screen printing
(High Quality)



Inkjet Printing
(Instant)

Shapes

2D shapes



3D shapes



Shape adaptable



Substrates

Materials

Paper PET Leather
Ceramics Stone Metal Wood

Opacity



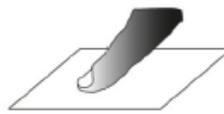
Thickness



Flexibility



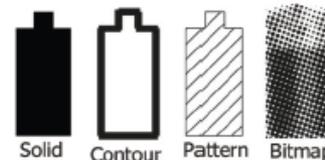
Input Sensing



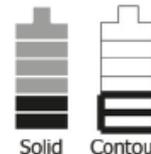
Touch

Display Primitives

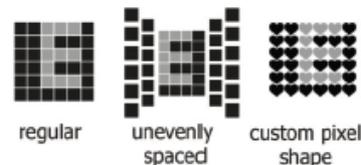
Single Segment



Multi-Segment

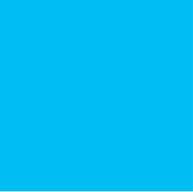


Matrix



「インタフェース」のまとめ

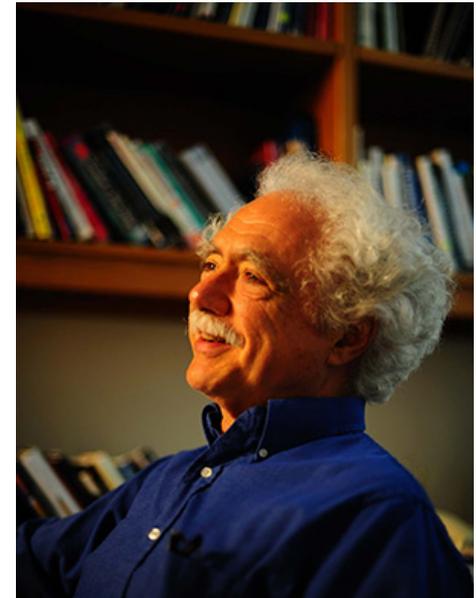
- 人とインタラクションを行う「ハードウェアインタフェース」の本質的な機能、ユーザの要望・目的は何か？
- “*Designing Interactions*”の視点から考察
 - 入力・操作：
 1. Touch & Activate: Adding Interactivity to Existing Objects Using Active Acoustic Sensing
 2. SenSkin: Adapting Skin as a Soft Interface
 - 出力・表示：
 1. inFORM: Dynamic Physical Affordances and Constraints
 2. PrintScreen: Fabricating Highly Customizable Thin-film Touch-Displays



HCIの向かうべき方向性

Terry Winograd (1946-)

- AI (Artificial Intelligence)
 - 自然言語理解システム “SHRDLU”
- HCI (Human-Computer Interaction)
 - 『コンピューターと認知を理解する』
“Understanding Computers and Cognition”
- Larry Page (Google)を輩出
- デザイン思考 (d.school@stanford)



自然言語理解システム “SHRDLU”

- 自然言語対話システム：
 - SHRDLU (1972) : 限られた世界で、言語の理解を行うシステム ⇒ 取り扱う世界 (ドメイン) で必要な知識をすべて書き込んでおく必要あり ⇒ フレーム問題

ユーザ： 大きい赤のブロックをつかんでください。

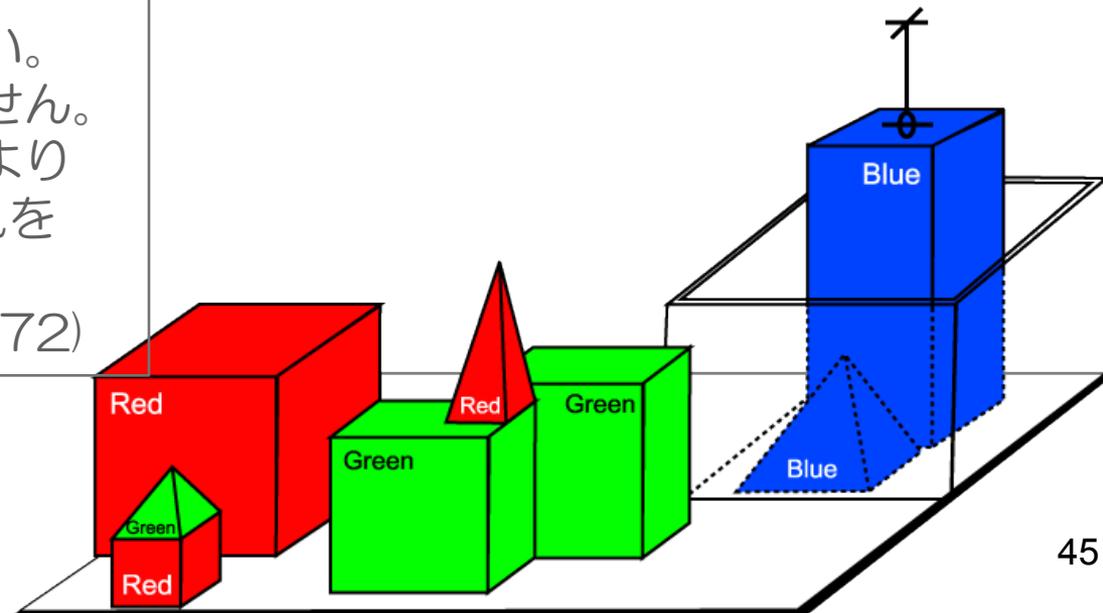
システム： はい、実行しました。

ユーザ： 四角錐をつかんでください。

システム： どの四角錐かわかりません。

ユーザ： 今つかんでいるブロックより高いブロックを見つけて、それを箱の中に入れてください。

(Winograd, 1972)



『人工知能からHCIへ』

http://www.tel.co.jp/museum/magazine/human/120810_interview02/index.html

- 優れたインタラクション・デザインの実現を妨げているのは技術的な問題ではなく、人間の認知の方法を知るのが難しいからだ
- 人がどうコンピュータとやりとりするかを理解しようとする方が、人がいかに考えるのか、それがインタラクション（人とコンピュータの相互作用）の方法にどう影響するのか、その示唆を多く得られると考えるに至った
- 自分のやるべきことは、人のように考えるコンピュータを作ることではなく、人とうまくやりとりできるコンピュータを作ることだという結論に達した
- マッキントッシュの前後から、ごく普通のことをやるのにコンピュータが使われるようになり、コンピュータとユーザの間にある大きなギャップが突然見えるようになった
- キーとなるのは、人間の生活にどうコンピュータが統合されるのかということです
- デザイン思考とは、人々が必要としているものから何をデザインすべきかというインスピレーションを得て、プロトタイプを作ってそれをテストし、最終的に結果を生み出すというプロセスを指します

『コンピュータと認知を理解する』

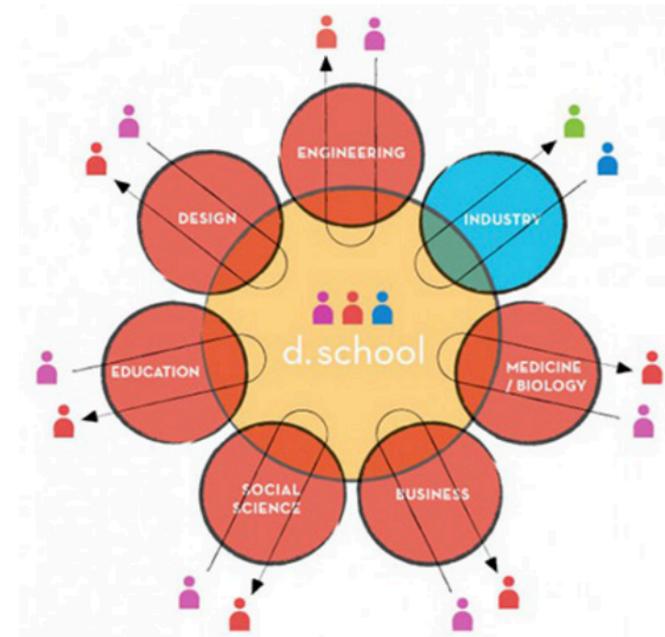
- ・ 現象学やマトゥラナの生物理論（第3-5章）
- ・ 「合理主義的伝統」の定式化（第2章）
- ・ 合理主義的伝統に基づいた人工知能への批判（第7-10章）、意思決定理論への批判（第11章）
- ・ それに代わる新しい「言語の理論」（第5-6章）およびそれに基づいたコンピュータシステム・デザイン（第12章）
- ・ その具体例としての「コーディネータ」の紹介（第5、11章）

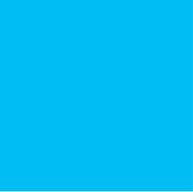


デザイン思考 (d.school@stanford)

<http://dschool.stanford.edu/>

- デザイン思考とは？
 - デザイン思考とは、人々が必要としているものから何をデザインすべきかというインスピレーションを得て、プロトタイプを作ってそれをテストし、最終的に結果を生み出すというプロセスを指す
- 具体的なプロジェクト
 - ケニアのナイロビの健康問題や経済問題を解決するために、シンプルなテクノロジーを応用するプロジェクト





おわり