

苗村 健

東京大学大学院情報理工学系研究科・准教授

局所性・指向性制御に基づく多人数調和型情報提示技術の構築と実践

§1. 研究実施体制

(1) 東大グループ

① 研究代表者: 苗村 健 (東京大学大学院情報理工学系研究科, 准教授)

② 研究項目

- ・ 研究項目1-1: ディスプレイの物理的制約への挑戦
 - ◎ privateとpublicを切り分けるディスプレイ
 - ◎ 対面コミュニケーションのためのディスプレイ
- ・ 研究項目1-2: 局所性・指向性制御に基づく空間的整合性の実現
 - ◎ 局所性のある情報投影
 - 指向性のある情報投影
 - ◎ 情報投影の多重化
- ・ 研究項目2-1: インタラクションやコンテンツをデザインするための環境整備
 - インタラクションのためのツール
 - コンテンツデザインのためのツールとAPI
- ・ 研究項目2-2: 実践的なユーザスタディ
 - ◎ ゼミ形式講義の開講

* 東大は全ての研究項目に携わるが、中心となって行う課題を◎, 他機関と協力しながら行う課題を○で示す。

(2) 慶大グループ

① 主たる共同研究者: 笈 康明 (慶應義塾大学環境情報学部, 准教授)

② 研究項目

- ・ 研究項目1-1: ディスプレイの物理的制約への挑戦
 - privateとpublicを切り分けるディスプレイ
 - 対面コミュニケーションのためのディスプレイ

- ・ 研究項目1-2: 局所性・指向性制御に基づく空間的整合性の実現
 - 局所性のある情報投影
 - 指向性のある情報投影
 - 情報投影の多重化
- ・ 研究項目2-1: インタラクションやコンテンツをデザインするための環境整備
 - ◎ インタラクションのためのツール
 - ◎ コンテンツデザインのためのツールとAPI
- ・ 研究項目2-2: 実践的なユーザスタディ
 - ゼミ形式講義の開講

* 慶大は全ての研究項目に携わるが、中心となって行う課題を◎, 他機関と協力しながら行う課題を○で示す.

(3) NICT グループ

①主たる共同研究者: 吉田 俊介 (独立行政法人情報通信研究機構 ユニバーサル
コミュニケーション研究所, 専攻研究員)

②研究項目

- ・ 研究項目1-2: 局所性・指向性制御に基づく空間的整合性の実現
 - ◎ 指向性のある情報投影
 - 情報投影の多重化
- ・ 研究項目2-1: インタラクションやコンテンツをデザインするための環境整備
 - インタラクションのためのツール
 - コンテンツデザインのためのツールとAPI

* NICTが携わる研究項目の中で、中心となって行う課題を◎, 他機関と協力しながら行う課題を○で示す.

§ 2. 研究実施内容

(文中に文献番号がある場合は(3-1)の成果に対応する)

本課題では、場に集う多人数に調和した情報重畳手法を確立することを目的として、年次研究計画書に示した、下記の項目をそれぞれ実施した。

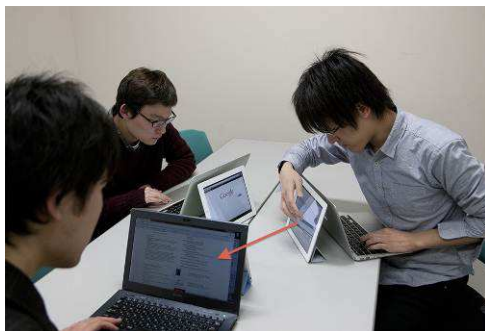
研究項目1-1: ディスプレイの物理的制約への挑戦

■東大

privateな情報は個人のPC画面に留めつつも、グループワークにおける議論を活発化し得るpublicな情報を円滑に共有するための個人別のpublic ディスプレイとして、iPadを用いた実装を行った。具体的には、まず共同でのウェブ検索などのシチュエーションを想定し、Browserの拡張機能を活用して、Browser画面だけをiPadに複製表示できる仕組みとして図1-1-1に示すInter-Personal Browsingシステムを構築した。さらに、あるユーザの検索結果を共有し、他のユーザがその情報を転送して得るための手段として、(b)のPush型と(c)のPull型の仕組みを提案し、実験を通じてその有効性を確認した。



(a) システム外観



(b) : Push型



(c) : Pull型

図1-1-1 : Inter-Personal Browsing

対面コミュニケーションのためのディスプレイとして透明ディスプレイの仕様を検討した。透明デ

ディスプレイは、対面環境にてコミュニケーションを取りながら情報空間を共有できる反面で、文字が左右反転し認識が困難になる、という課題を有している。そこでこの課題を解決する方法として、2枚の透明ELディスプレイの間に透明液晶を挟むことで、図1-1-2のように必要に応じて情報の指向性を制御する仕組みについて検討した。



(a) : 透過状態 (文字が読めない) (b) : 指向性制御状態 (両面から文字が読める)

図1-1-2 : 透明ELと透明液晶の三層構造による情報提示

■慶大

対面コミュニケーションのために観察位置の制約が少なく、実物体や背景などとの情報の重畳がしやすいディスプレイの構築を目指し、実体を伴う素材指向のディスプレイの基礎検討を2つ進めた。1つは図1-1-3に示すような霧の渦輪をピクセルとする実体ディスプレイ(living floccus)であり、連続的に放出される霧の渦輪をアレイ状に並べて、そこに白色のストロボ光を照射することにより、渦輪が空間中に静止しているように見せる。もう1つは、図1-1-4に示すような磁力球に着目した実体ディスプレイであり、台の上に置かれた複数の磁力球群に対して、台の内部に配された電磁石アレイにより引力斥力をコントロールすることにより、台上での磁力球群の位置や姿勢を動的に制御する。ディスプレイの物理的制約への挑戦として、今後もさらに素材指向の検討を深めていく。



図1-1-3: 霧の渦輪による実体ディスプレイ



図1-1-4: 磁力球群の位置および姿勢の制御

研究項目1-2:局所性・指向性制御に基づく空間的整合性の実現

■東大

可視光通信プロジェクトによる情報投影の局所性制御によって、空中で振り回す棒の残像を利用した空中での映像提示や、回転移動するボール群の集団運動の中に映像を提示することに成功した[1]。さらに、光学的伝送経路を考慮した通信を安定化する手法を確立し、カラー液晶を光路に挿入することで映像のカラー化を実現した。また、実像鏡を光路に挿入したシステムによって、図1-2-1のような位置情報を局所的に有した空中像システムのプロトタイプの実現に成功した[5]。一方、可視光通信プロジェクトを使用するユーザにかかる負担やシステムによって直接的に引き起こされるユーザの変化を明らかにする心理評価測定として、図1-2-2のような2次元点滅パターンに対するCFFの計測を行った。



図1-2-1: 局所的に情報を有した空中像[5]

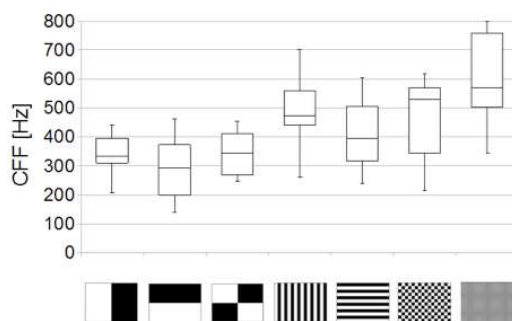


図1-2-2: 2次元点滅パターンに応じたCFF

可視光外の局所的情報提示手法として、まず、図1-2-3に示すような、DMDを組み込んだ紫外プロジェクトを開発し、フォトクロミック材料を塗布した紙と組み合わせることで、局所的に発色で情報を提示できる仕組み(Photochromic+Projection)の仕様を検討した。この成果を日本科学未来館で展示し、フィードバックを得た[4][10]。さらに、超音波スピーカーを用いた指向性のある情報投影を行った。一枚のガラスに様々な角度から超指向性スピーカーからの音を反射させ、ガラスに対する聴取者の向き・高さ・距離によって異なる音情報が提示される仕組みの基礎検討を行った。

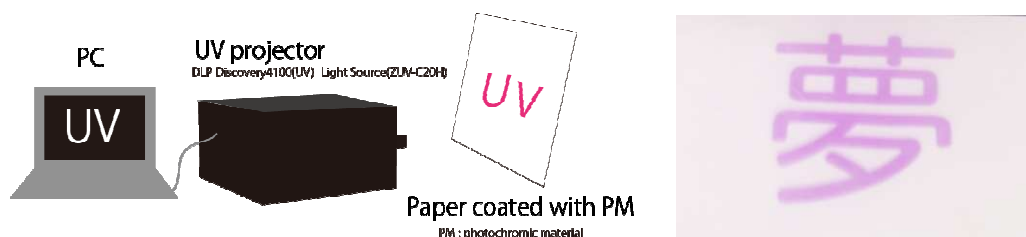


図1-2-3: 開発したPhotochromic+Projectionの構成と発色表示の例

■慶大

図1-2-4のような局所的に電波を発信するWi-Fiアクセスポイントを複数組み合わせることで、テーブルや展示台などの周囲に、方向毎に異なる情報を重畳し、特殊なアプリケーションを介さず既存のブラウザを通してその位置・向きに応じた情報を受け取ることができるウェブ表示システムに関して、基礎的な検討を進めた。

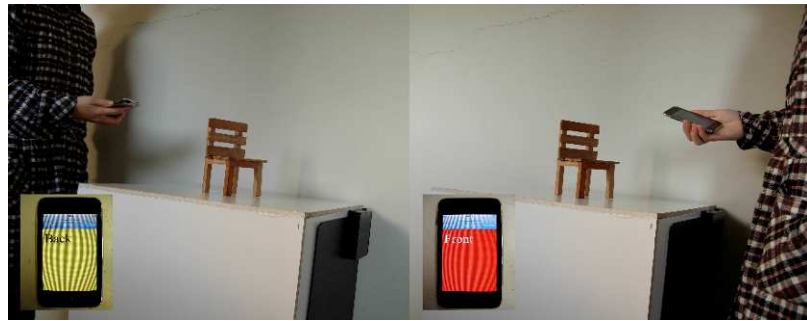


図1-2-4: 局所的なウェブ表示システム

また、超音波スピーカーを用いて、その搬送波の周波数を周期的に切り替えることにより、音情報と付加情報を同時に届けるスピーカーシステムに関して基礎的な検討を進めた。これを複数空間内に設置することにより、小型マイクを内蔵したデバイスを音の聞こえる範囲にかざすと、それに関連した文字情報が表示される仕組みを実現した。

■NICT

裸眼テーブル型3Dディスプレイにおいて、提示したい情報が適切に周囲それぞれの観察者へ伝わるよう、いずれの観察位置からも正しく確実に観察できるための3Dシーンの構築条件について検討した(図1-2-5参照)。導き出された知見に基づき3Dシーンを構築した結果、図1-2-6に示すように、最先端の3Dディスプレイの技術的詳細について熟知せずとも、適切に観察できる3Dシーンが構築できることを実証した[3][6]。また、実時間で適時情報を更新する仕組みの基礎検討を進めた。

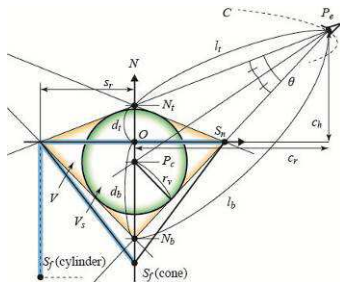


図1-2-5: 適切に表示可能な領域

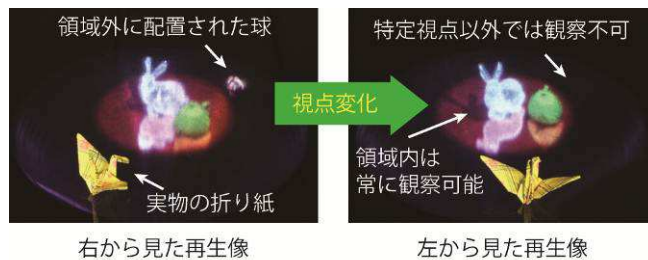


図1-2-6: 知見に基づいた3Dシーンの再生結果

研究項目2-1: インタラクションやコンテンツをデザインするための環境整備

■東大

可視光通信(PVLC)プロジェクタと携帯端末・ネットワーク端末(iPod touchとiPad)との連携ツール(iPvlc)を開発した. PVLC プロジェクタから投影された位置情報を2つの受光素子で受信し, 端末のマイク端子へ入力した. この位置情報をもとに航空写真の表示領域を決定することで, 図2-1-1に示すように, PVLCからの映像中の位置に応じてインタラクティブにカラーコンテンツが変化する仕組みを実現した. さらに, 慶大と協力してPVLCプロジェクタのコンテンツデザインのためのAPI整備に取り組んだ.

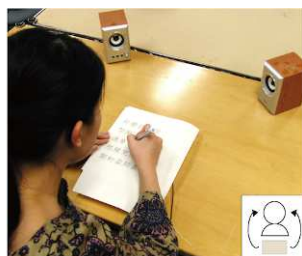


図2-1-1: 地図アプリケーションでのインタラクションの様子

また, より自然で直観的な紙を用いたインタフェースデザインとして, 筆記行為を支援する仕組みの基礎検討を行った. 図2-1-2のように, ヘッドホンやスピーカーで筆記音を強調して聞かせることで, 筆記音のフィードバックが筆記作業の作業量増加や作業のモチベーションにより影響を与えることが, 心理実験を通じて明らかになった[2].



EM-HP 条件



EM-SP 条件

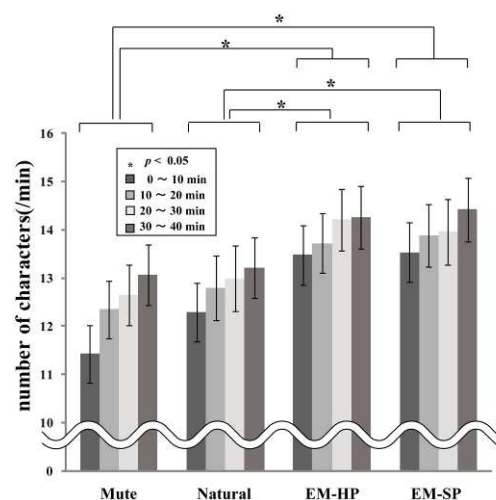


図2-1-2 筆記音を強調してフィードバックする効果を検証する実験の様子

■慶大

東大と協力して可視光通信プロジェクタ制御のためのAPI整備に取り組んだ。また、多人数での直感的なインタラクションを実現するために、今年度は素材に着目したインタフェースのデザインについて4つの基礎的な検討を行った。

1つは、導電性を有する小麦粘土に着目し、粘土をくっつける・ちぎる・伸ばすという操作を認識するインタフェースである。粘土の操作によってモニタの中の情報を操作するのみならず、粘土内にフルカラーLEDを埋め込み、粘土自体の色を操作する粘土細工(NeonDough)も実装した。図2-1-3のように、いしかわ夢未来博[8]やCANVASワークショップコレクションにて、子供を中心とした体験者からフィードバックを得た。



図2-1-3: 多人数でNeonDoughを操作する様子

2つ目は、水に着目し、水面の波紋や水面へのタッチインタラクションを認識し、映像にフィードバックを与えるシステム(rainterior)である。水槽周囲に赤外線LEDを設置し、FTIRの仕組みを利用して水面への接触を水槽下部に設置したカメラで認識することができる。これにより、図2-1-4に示すように、雫や水面に浮かべた実物体、および指などを利用した多人数インタラクションを可能にする仕組みが実現された。

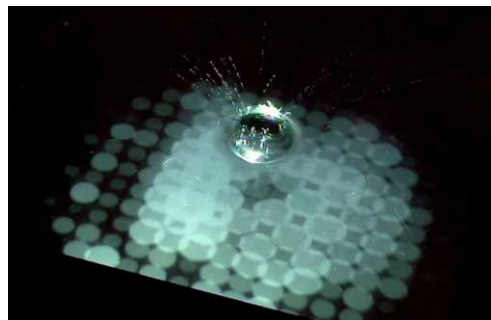


図 2-1-4 : rainterior のインタラクション

3つ目は、導電性を有する布に着目し、針でその布を縫うという行為をセンシングするインタフェース(NUI: Needle User Interface)である(図2-1-5参照)。導電性の布と非導電性の布を複数枚重ね合わせることで、刺針/抜針の有無、およびその位置、向きをリアルタイムに認識する基礎原理が実現された。

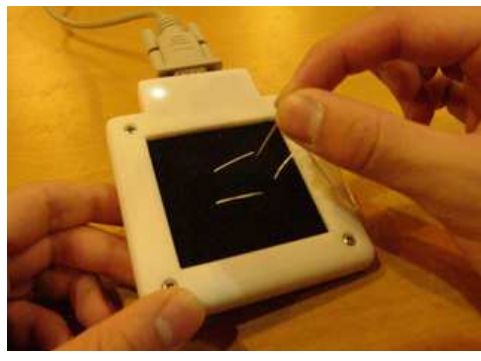


図 2-1-5 : NUI のインタラクション

4つ目は、形状情報や素材情報を有する映像を直感的に操作する麺棒型の力覚提示デバイス(ペタンコ麺棒)である。図2-1-6のように、台に投影された映像の上にデバイスを置き、麺棒を扱うように力を加えながら動かすと、映像がその動きに応じて引き延ばされると同時に、デバイスに内蔵されたモーターやブレーキにより、投影されたモノの凸凹や摩擦が触感として提示される。いしかわ夢未来博やLaval Virtual、デジタルコンテンツエキスポにて展示を行い、体験者からフィードバックを得た[7][9][11]。



図 2-1-6 : ペタンコ綿棒のインタラクション

■NICT

慶大と協力してテーブル型裸眼3Dディスプレイにおけるインタラクションのための基礎検討に取り組んだ。また、東大と協力して、図2-1-7のように、実写コンテンツをテーブル型裸眼3Dディスプレイに表示するための方式を検討した。



図 2-1-7 : fVisiOn における
実写コンテンツ

研究項目 2-2 : 実践的なユーザスタディ

■東大・慶大

「Groupwork of Future -テクノロジーで作る未来の教室-」という講義名で、H24 年度夏学期に駒場の全学体験ゼミナールを開講することが決まった。シラバスの作製や各回の講義内容について検討し、10名(2グループ)の学生を対象に、図 2-2-1 に示すように、プレゼミを開講するなど、授業運営に関する検討を進めた。



図 2-2-1 : プレゼミの様子

§3. 成果発表等

(3-1) 原著論文発表

●論文詳細情報

- [1] 岸 遼, 笥 康明, 苗村 健, “SteganoScan & SteganoScan Orbs: 可視光通信プロジェクトを用いた空間拡張型ディスプレイ”, ヒューマンインタフェース学会論文誌, vol. 14, no. 1, pp. 1-8, 2012.2.
- [2] Junghyun KIM, Tomoko HASHIDA, Tomoko OHTANI and Takeshi NAEMURA, “Effects of Auditory Feedback for Augmenting the Act of Writing,” 3rd Augmented Human International Conference (AH'12), Article no. 13, 2012.3. (DOI : 10.1145/2160125.2160138)
- [3] Shunsuke Yoshida, “Parameterization of Sharable Display Area to Reproduce Appropriate Glasses-free Tabletop 3-D Images,” IEEE Virtual Reality 2012, pp. 131-132, Orange County, 2012.3.

(3-2) その他

- [4] テレビ取材(東大苗村研), “デジタルコンテンツ EXPO 特集”, 日本テレビ iCon, 2011.11.7
- [5] Web ニュース(東大苗村研), “可視光通信プロジェクトを用いた空中像インタラクション”, DigInfo TV (<http://jp.diginfo.tv/v/12-0031-r-jp.php>), 2012.3.11
- [6] インタビュー掲載(NICT 吉田), “最先端の社会人に学べ・知的創造性でサバイブする「違う視点で創造する」”, mixi (http://page.mixi.jp/run_page_apps.pl?module_id=1027863&page_id=186006), 2011.12.14
- [7] Ken Nakagaki, Keina Konno, Shuntaro Tashiro, Ayaka Ikezawa, Yusaku Kimura, Masaru Jingi and Yasuaki Kakehi, “Petanko Roller: Rolling-pin-based Interface for Representing Sensations of Rolling Out Virtual Objects,” Laval Virtual, ReVolution, Dem.2 (2012.3-4)
- [8] 山岡 潤一, 笥 康明, “NeonDough”, いしかわ夢未来博, 石川県産業展示館, 2011.10.29 - 10.30)
- [9] 中垣 拳, 今野 恵菜, 田代 俊太郎, 池澤 彩野花, 木村 優作, 仁義 勝, 笥 康明, “ペタンコ麵棒”, いしかわ夢未来博, 石川県産業展示館 (2011.10.29 - 10.30)
- [10] 橋田 朋子, 笥 康明, 苗村 健, “Photochromic+Projection”, 次世代コンテンツ技術展 (ConTEX) (2011.10.20-22)
- [11] 中垣 拳, 今野 恵菜, 田代 俊太郎, 池澤 彩野花, 木村 優作, 仁義 勝, 笥 康明, “ペタンコ麵棒”, 次世代コンテンツ技術展 (ConTEX), (2011.10.20-22)