

feature article

快適操作を提供するユーザーインターフェース技術

User Interface Technology for Comfortable Operation

松原 孝志 Takashi Matsubara

徳永 竜也 Tatsuya Tokunaga

黒澤 雄一 Yuichi Kurosawa

星野 剛史 Takeshi Hoshino

尾崎 友哉 Tomochika Ozaki

録画機能やインターネットを活用して映像サービスを視聴する機能など、デジタルテレビの多機能化が進む中で、それらの機能をより使いやすいものとして提供することが、ますます重要となっている。

使いやすい快適なユーザーインターフェースを実現するには、ユーザーの操作を機器が認識し、機器がその操作に反応した状態を提示し、ユーザーが操作の結果を理解するという一連の流れを、ユーザー視点で検証して改良するプロセスが重要である。

日立は、テレビの多機能化と同時に、快適な操作を実現する技術の一つとして、リモコンを使うことなく、ジェスチャーを用いてテレビを操作するユーザーインターフェースのプロトタイプを開発した。

1. はじめに

日立グループのデジタルテレビは、放送番組の録画機能に加え、インターネット経由で提供されるサービスの映像コンテンツを視聴できる機能の特徴としており、多様なコンテンツが楽しめる環境を提供している。

今後は、デジタル放送への完全移行やネットワーク環境の進化に伴い、BS (Broadcasting Satellite) 放送のチャンネル数増加や、放送と通信の融合・連携サービスの増大にも対応した、さらに多種多様なコンテンツやサービスを楽しむことのできるテレビが期待されている。そのようなテレビでは、多くのコンテンツを簡単かつ快適に選択できるUI (User Interface) が望まれる。

近年の動向として、デジタル機器では、センサーの応用によって直感的で新しい操作性を実現した快適なUIが注目を浴びている。これらのUIは、製品の価値や魅力を高める大きな要因となっている。

しかし、快適なUIを実現するには、センサー応用技術に加え、インタラクションの要素 (図1参照) を試作検証し、ユーザー視点に立って操作の違和感を抽出し、改良を重ねるプロセス (プロトタイピング) が重要となる。インタラクションとは、ユーザーの操作や理解と、機器の提示や認識の仕組みが、対となって相互に作用することである。例えば、機器が提示した情報からユーザーが操作方法を容易に理解でき、その理解に基づいてユーザーが行う操作を機器が適切に認識し、さらに、機器が操作の認識状態や操作結果を提示するという一連の流れを指す。

日立は、より快適なテレビ操作の実現に向け、円滑な試

作検証と改良のサイクルを実現するために、デザイナーとエンジニアが密接に連携する開発体制を構築して、UIのプロトタイピングに取り組んでいる。

テレビの主たるUIであるリモコンに関する意識調査では、ユーザーが不満に感じていることの上に以下の2点が挙げられている¹⁾。

- (1) リモコンがどこにあるかがわからなくなる。
- (2) リモコンが多くて置き場所に困る。

これらを勘案すると、ユーザーの不満は「紛失」「置き場所」といったリモコンの存在そのものに対するものが大きい。そこで、人の身ぶり手ぶりといったジェスチャーに着目し、リモコンを使用せずに、今までにない斬 (ざん) 新で快適な操作性を提供することができるジェスチャーUIの開発を行った。

ここでは、リモコンを使うことなく、手のジェスチャー



図1 インタラクションの概念図

インタラクションとは、ユーザーの操作や理解と、システム側の提示や認識の仕組みが、対となって相互に作用し、場合によってはそれが反復して行われることを示す概念である。

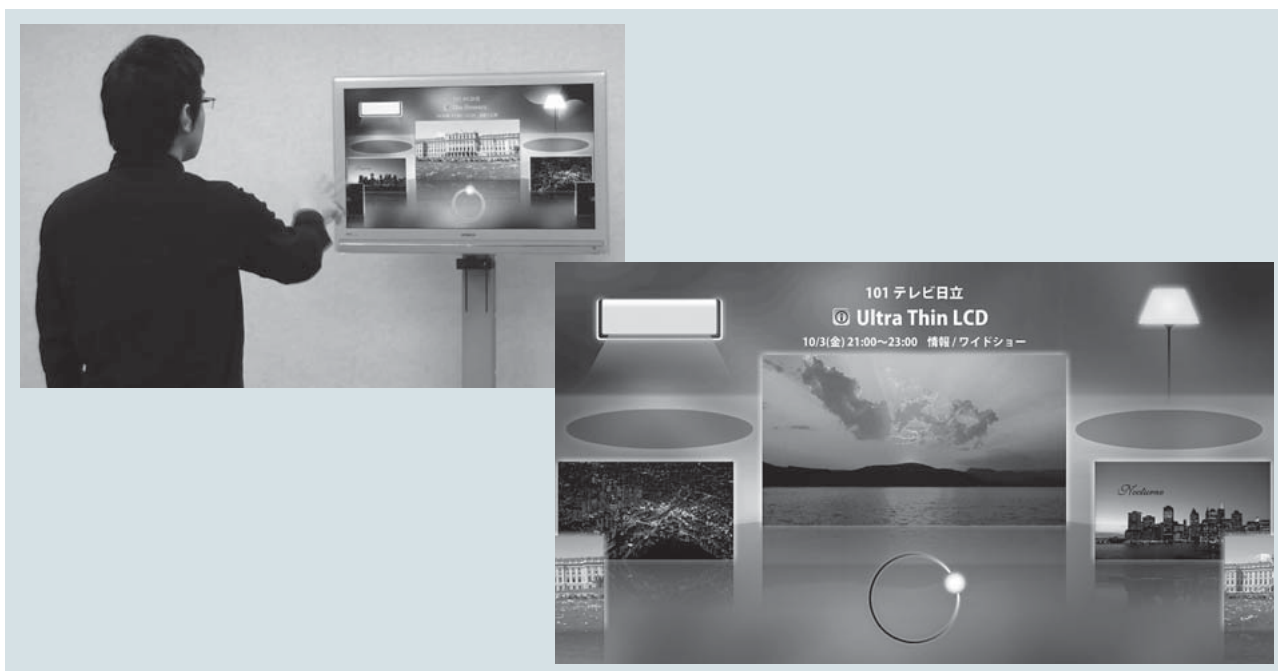


図2 テレビ向けジェスチャーUIのプロトタイプ

テレビに向かって手を振る動作や、手を回す動作をすることで、テレビの基本操作（電源ON/OFF、選局、音量調整）を行うことができる。

でテレビを操作するジェスチャーUIのプロトタイプ開発における、快適な操作を提供するUIの実現に向けた取り組みについて述べる。

2. 要件定義とプロトタイプの概要

まず、テレビ向けジェスチャーUI開発の要件とプロトタイプの概要について述べる。

2.1 要件定義

テレビの視聴環境を考慮し、ジェスチャーで操作する際の快適さを実現するために、以下の点を必須条件とした。

- (1) テレビの視聴環境に適した操作
 - (a) 日常行動での誤動作を抑制する操作
 - (b) 快適な連続操作
 - (c) テレビの観視位置に適した操作
- (2) ユーザーにわかりやすいGUI (Graphical UI) デザイン
- (3) ユーザーが経験することに価値を感じる「ユーザーエクスペリエンス」の実現

前述したように、快適なUIを実現するには、プロトタイプ化が重要である。具体的には、(1)の各操作と、(2)のGUIの試作検証と改良のプロセスを繰り返すことである。

そのプロセスにおいては、(3)のユーザーエクスペリエンスを実現する仕組みを加えて、テレビを操作する過程において、使いやすさとともに、楽しさやうれしさの価値をユーザーに提供するUIを実現していく。

2.2 テレビ向けジェスチャーUIプロトタイプの概要

プロトタイプでは、人の手の動きを認識し、数種類のジェスチャーのパターンでテレビの基本操作（電源ON/OFF、選局、音量調整）を行うものを開発した(図2参照)。ジェスチャーUIのプロトタイプの開発項目について以下に述べる(図3参照)。

(1) 手の位置検出

人の手の位置の検出にはセンサーを用いており、光の移動速度を利用したTOF (Time of Flight) 方式の距離画像

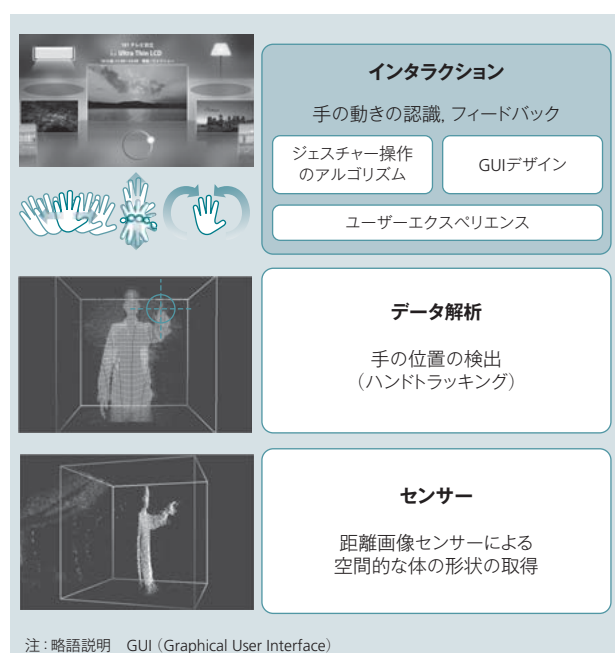


図3 ジェスチャーUIを実現する技術の構成

自在な操作性や、わかりやすさを実現するためにインタラクションの技術を重点的に開発した。

センサーと、そのデータ解析技術を用いている。

(2) ジェスチャー操作のアルゴリズム

ユーザー操作としてジェスチャーのパターンを定義し、(1)で検出した手の位置から、手の動きをジェスチャー操作として認識するアルゴリズムを開発した。次にその詳細を述べる。

3. ジェスチャー操作のアルゴリズム

テレビの視聴環境に適した操作を実現するために、以下のジェスチャー操作のアルゴリズム開発を行った。

3.1 日常行動での誤動作を抑制する操作

認識技術を応用するUIには、操作開始のトリガーとなる行動が必要であり、これは、ユーザーと機器のインタラクションの開始点となる。この行動は日常行動と区別できなければならない。ジェスチャーUIではこのトリガーに「手ぶり」動作を用いている(図4参照)。

テレビ画面に向かって手を振ることは日常行動としては起こりにくいため、テレビの視聴状態とジェスチャー操作の状態を明確に区別することができる。また、人が他人に気づきを求める動作や、カメラやセンサーの反応を確かめる動作として手ぶりは自然である。さらに、「バイバイ」や「おいでおいで」という言葉の表現で、その方法を人に伝えやすく覚えやすいというメリットもある。なお、複数の人がテレビの前にいる場合にも、手ぶりによって操作する人を特定することが可能である。

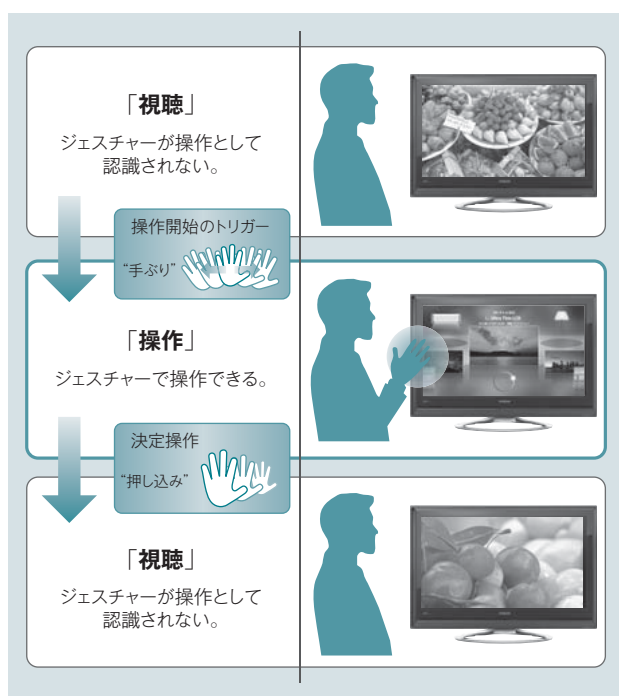


図4 テレビ向けジェスチャーUIの操作開始のトリガー

「手ぶり」という特徴的なジェスチャーで、テレビの視聴と操作の状態を明確に分けることで、日常行動での誤動作を防ぐ。

3.2 快適な連続操作

テレビの操作には、リモコンでチャンネルを頻繁に切り替えながら視聴する行為や音量調整など、一つの操作を連続的に繰り返すものが多い。今回の開発では、そうした連続操作に適した操作方法を検討するために、数十パターンに及ぶジェスチャー操作の操作性評価GUIを作成し、実際の操作の検証と改良を重ねた。

その結果、ジェスチャーでの連続操作に適した操作として絞り込まれたのが、「片手の回転操作」である。

チャンネルの切り替えや音量調整の連続操作には、(1)アップ/ダウン、あるいは次へ/前へなどの二つの操作方向を示す要素と、(2)大きく調整したり小さく微調整したりするなど、調整の程度を自由に変える要素の二つが求められる。

回転操作は、操作方向を回転方向に対応させることで瞬時に方向を変えることができ、調整の程度は回転速度に対応させることができるため、一連の動作の中で両方の要素を効率よく変更できる。

この片手の回転操作は、選局や音量調整をはじめ、後述するエアコンの温度調整や照明の照度調整においてもジェスチャー操作の基本操作として共通化している。

3.3 テレビの観視位置に適した操作

PCなどで一般的なマウスなどを使ったポインティング操作は直感的であるが、テレビのように離れた場所からさまざまな角度から画面と向き合う場合には、ポインタを目で

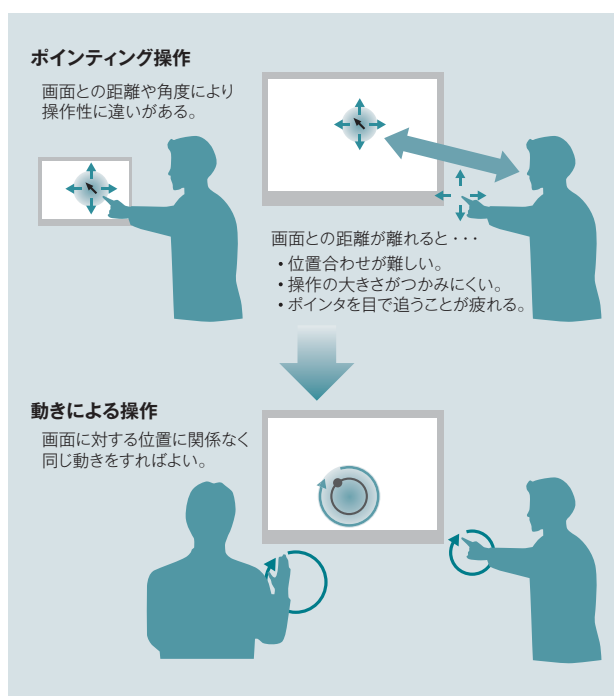


図5 位置に依存しない動きによる操作

テレビの視聴位置から楽に操作できるように、自然に手を出した位置で、小さな手の動きだけで操作できるようにした。

追うことや位置合わせに気を使うために、操作疲労が大きくなる。また、画面と向き合う位置によって操作の大きさがつかみにくくなることや操作に制約が出ることがある。

そこで、ジェスチャーUIでは、ユーザーがいる位置や手を出した位置など、画面に対する位置に依存することなく、どこからでも同じ動きであれば同じ操作ができる技術を開発した。操作開始時の手ぶりはもちろんのこと、片手の回転操作ではユーザーが自然に手を出した位置でそのまま手を回転させれば、回転の動きに応じた操作ができる(図5参照)。

また、位置に依存することなく手の回転の動きを認識するには、手が円形に動かされていることを検出するまでの時間が必要であるが、ユーザーが手を差し出した瞬間に回転する方向を予測するという独自アルゴリズムにより、検出時間の遅れがなく、手を出した瞬間から動きが操作に反映される。

4. GUIデザイン

UIには、ユーザーが容易に機器の状態を理解できることや、操作状況をリアルタイムに把握できるフィードバックが与えられることなどが求められる。そこでジェスチャーUIでは、ジェスチャーでの操作方法に最適な「フィードバック表現」や「操作対象の表現」に着目してGUIをデザインした。

4.1 操作が実感できるフィードバック表現

ジェスチャー操作は、ボタンを押すときのように触覚や力覚で得られる操作感がないため、ユーザーが操作を実感するためには、GUIを介した視覚的な情報を充実させて操作感を補うことが重要となる。ポインティング操作の場合、ユーザーは自分の動きと画面上のポインタの動きの対応をリアルタイムに察知して操作が実感できる。一方、画面上にポインタを表示しないGUIでは、ユーザーに自分の動きがテレビ側でどのように受け付けられているかを理解させるフィードバックの工夫が必要となる。

フィードバックの表現には、何に対してどのような操作を行っているかを容易にイメージできることが必要である。片手の回転操作では、リングに丸いハンドルを付けた形状のグラフィック(以下、リングと記す。)により、ユーザーに物理的な物の動きをイメージさせ、「操作している方向」と「操作が働いている位置」が理解できるようにした。画面上のリングはユーザーの細かい手の動きに追従して回転するため、ユーザーはリアルタイムに操作状態を確認できる。

また、リングはフィードバック専用のグラフィックとし

て、実際の操作対象であるチャンネルのサムネイル画像や音量レベルの表示と分離しており、さらにリングが一定の角度以上に回転するまで操作対象が連動しないように、操作に「あそび」を持たせているため、ユーザーは小さな手の動きで操作状態を確認しつつ、実際の選択や調整といった操作を実行できる。

このようなフィードバック表現は、ユーザーに期待どおりのインタラクションを提供し、操作が実感できる感覚を与えている。

4.2 操作対象の表現

GUIは、ユーザーが操作を始める前にその動作を自然に促すような、操作に合わせた配置や形状に操作対象をデザインすることが重要である。ジェスチャーUIの各操作においても、このような認知的透過性を検証するためにさまざまなプロトタイピングを行い試行錯誤した。その一例を以下に示す。

(1) 音量調整用GUI(図6(a)参照)

ロール状に回転する調整ダイヤルをイメージしたグラフィックを作成し、左右に手をスライドする操作との組み合わせを検証したところ、手をスライドさせる大きさと調整ダイヤルの回転量の対応が視覚的に認識しづらいことが判明した。

そこで次に、円弧状のインジケータとリングを組み合わせたグラフィックを作成し、片手の手回し操作との組み合わせを検証した。この組み合わせでは手回しの操作の動きと音量の上げ下げの対応が直感的に把握できることが確認できた。

(2) チャンネル切り替え用GUI(図6(b)参照)

奥行き感のある表示で、より多くのチャンネルのサムネイル画像が見えるように下向きの円弧配置をデザインしたところ、手回し操作と組み合わせると、手の回転の上側の

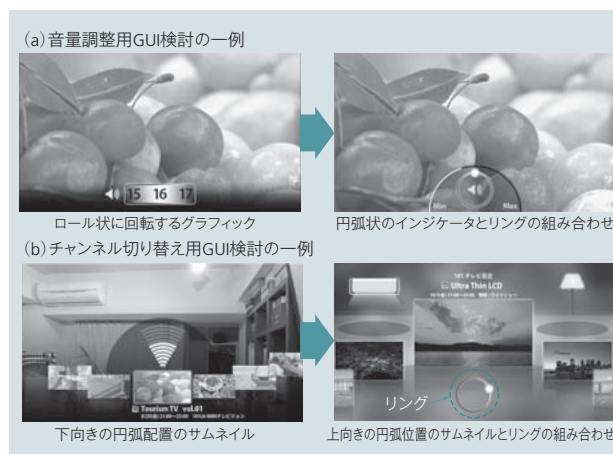


図6 ジェスチャーUIのGUI試作の一例

操作の実感や、操作性を高めるために、GUI部品の形状や配置などの改良を重ねた。

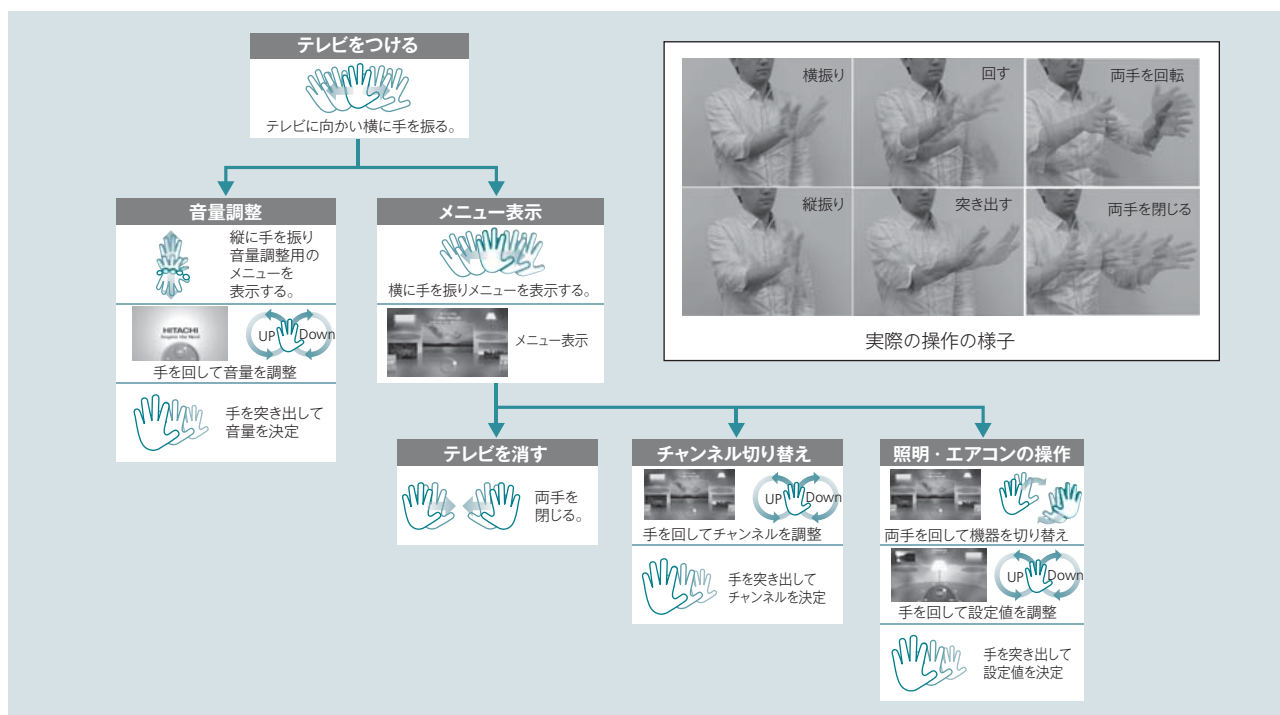


図7 ジェスチャーUI操作の流れ

操作パターンはできる限りシンプルで少ない数にし、GUIの工夫により、各機能の操作方法ができるだけ統一されるようにしている。

動きと下側の動きのどちらがサムネイル画像の動きに対応するかという認識がユーザーごとに異なり、ユーザーによっては、意図した方向と逆の動きになることが判明した。

そこで、ユーザーが操作する手を出すときには、手は下から上がってくることなども考慮して、画面下側にリングを追加し、リングの回転の上側の動きに対応するようにサムネイル画像を上向きの円弧配置に変更した。これにより、画面を見ただけで操作と回転方向の対応を直感的に把握できることが確認できた。

このような検証と改良のサイクルを経て、ジェスチャー操作に適した操作対象の表現を実現した。

上記のように、ジェスチャー操作のアルゴリズムとGUIデザインを組み合わせながら完成したジェスチャーUIのプロトタイプの手順の流れを図7に示す。

5. ユーザーエクスペリエンスの実現

ジェスチャーUIは、使い勝手のよさやわかりやすさに加えて、その特徴を生かした感動的で魅力ある体験によって、ユーザーが経験することに価値を感じる「ユーザーエクスペリエンス」の実現をめざしている。

ユーザーは、「じっくりくるもの」、「自由自在に思いどおりになるもの」など使い勝手のよさやわかりやすさを要求しているだけでなく、「気持ちいい感覚を得るもの」、「美しいもの」、「新しいもの」、「稀（まれ）なもの」などを見る・触れる・所有することに価値を感じる。

そうした価値を提供するユーザーエクスペリエンスを実

現するためのジェスチャーUIの仕組みの一つは、使ってみたくなるデザインの工夫である。例えば、空間を感じさせる3D表現やカラフルなグラフィック表現は、従来のテレビにはない新しいデザインであり、先進的なイメージを与え、見る人に将来性を感じさせる（図2右参照）。また、滑らかで心地よいアニメーションやサウンドも、操作の妨げにならないことを十分に配慮したうえで、UIの世界観を感じさせる重要な要素として最適な効果を生んでいる。これらは、その独創的な世界を手で操る人を見ただけで、思わず体験してみたいと思わせる効果がある。

以上のようにして開発したジェスチャーUIのプロトタイプを、さまざまな展示会に出展し、多くの見学者から有益なコメントを得ることができた。

6. 宅内機器やデジタルサイネージへの展開

日立グループは、ホームネットワークでAV（Audio Visual）機器、白物家電、住宅機器などの宅内機器をつなぐことで、新しいサービスやソリューションを提供する取り組みを行っている²⁾。エアコンや照明は、テレビにつながることで、ジェスチャーUIで操作することが可能になる。ジェスチャーUIのプロトタイプではエアコンの温度調整や照明の照度調整の操作も取り入れている。リビングの中心的存在であり、かつ映像による視覚的なフィードバックを利用しやすいテレビは、宅内機器の操作手段として適しており、新しい利用価値を生み出す可能性を持っている。

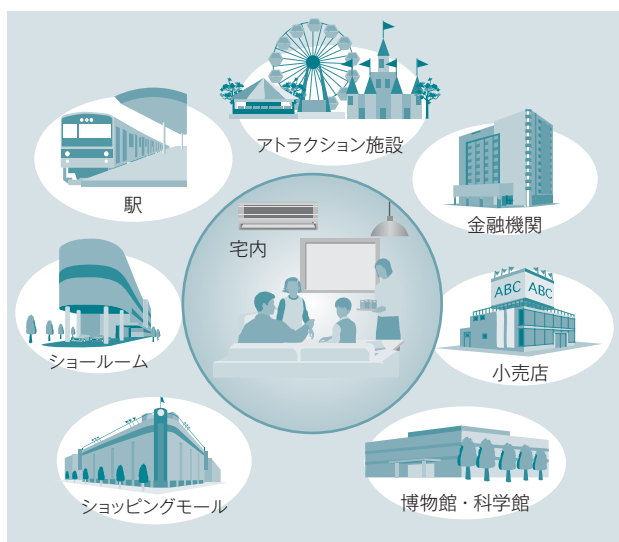


図8 さまざまな情報サービスへの展開

ジェスチャーUIの特徴を生かし、デジタルサイネージでの活用を進めている。

このほかに、駅やショッピングモール、アトラクション施設、博物館などの公共施設におけるデジタルサイネージの事業においても、ジェスチャーUIを活用する取り組みを進めている^{3), 4)} (図8参照)。特に、以下のような効果が期待されている。

- (1) 人が近づくと反応して気づきを与えるなど、通常の広告にはないアピールが可能となり、宣伝効果が高まる。
- (2) 離れたところからでも情報にアクセスでき、大画面のよさを生かすことができる。
- (3) 楽しさやうれしさを演出し、ユーザーの記憶に残る特別な体験を提供できる。

このように、宅内に限らずさまざまな空間の情報サービスをつなぐシームレスなUIとして、実用化に向けた積極的な取り組みを進めていく考えである。

7. おわりに

ここでは、快適操作を提供するUIの実現に向けた取り組みの一つとして、ジェスチャーUIの開発について述べた。

ジェスチャーUIで快適な操作を実現するための課題はまだ多く、操作性を高める要素の見極めや、UIのデザイン手法そのものの継続的な改善が重要となる。将来的には、他のUIにはない、ジェスチャーにしかできない快適な操作の実現をめざしたい。

今後も機器の機能や性能が増すにつれ、使いやすさの重要性はさらに高まると考えられる。日立は、デザイナーやエンジニアといった分野の枠を越えて、ユーザー視点の課題解決により快適なUIを開発する取り組みを継続しながら、人にやさしい情報環境を実現する先進技術を提供していく考えである。

終わりに、ジェスチャーUIのプロトタイプ開発の基礎検討にご協力いただいた早稲田大学理工学術院情報理工学科 小林研究室関係各位に感謝申し上げる次第である。

参考文献など

- 1) 株式会社アイシェア: テレビリモコンに関する意識調査 (2007.4), <http://blog.ishare1.com/press/archives/2007/04/56.html>
- 2) 嶋田, 外: 生活空間の人間指向, 日立評論, 91, 4, 374~377 (2009.4)
- 3) 日立電子行政ショールーム「CyberGovernment Square」, <http://www.hitachi.co.jp/Div/jkk/cyberfront/cgov/cgs/>
- 4) Nature Contact 科学技術館 日立ブース, <http://www.hitachi.co.jp/advertising/naturecontact/index.html>

執筆者紹介



松原 孝志

2002年日立製作所入社, コンシューマエレクトロニクス研究所 基盤ソフトウェア開発プロジェクト 所属
現在, ユーザーインタフェースの研究開発に従事



徳永 竜也

2005年日立製作所入社, デザイン本部 情報ソリューションデザイン部 兼 インキューベーションデザインセンタ 所属
現在, 情報機器のGUIデザインに従事



黒澤 雄一

1993年日立製作所入社, デザイン本部 情報ソリューションデザイン部 所属
現在, インタラクティブコミュニケーションの研究開発に従事



星野 剛史

1991年日立製作所入社, デザイン本部 インキューベーションデザインセンタ 所属
現在, ユーザーエクスペリエンスに基づく新機能・インタフェースのデザインに従事



尾崎 友哉

1990年日立製作所入社, コンシューマエレクトロニクス研究所 ネットワークシステム開発プロジェクト 所属
現在, デジタルテレビのネットワーク機能およびユーザーインタフェースに関する研究に従事
情報処理学会会員