

Digital Decor: 日用品コンピューティング

椎尾 一郎^{*1} Jim Rowan^{*2} Elizabeth Mynatt^{*2}

Digital Decor: Augmented Everyday Things

Itiro Siio^{*1} Jim Rowan^{*2} and Elizabeth Mynatt^{*2}

Abstract – Digital Decor is furniture, appliances, and other small objects commonly found in homes and offices that have been augmented with computational power to extend usefulness. As such, Digital Decor is a physical manifestation of the ubiquitous, pervasive, and invisible computer in which the familiar, everyday object is imbued with additional capabilities through a single, simple application.

Thus far we have investigated two possible functionalities for Digital Decor: everyday objects that keep track of their own contents (this can be called “smart storage”), and everyday objects that support informal, lightweight communication. For this paper we developed three prototypes: Timestamp Drawers and Strata Drawer are Digital Decor prototypes augmented to keep track of their contents while Peek-A-Drawer is a prototype augmented to support communication.

Keywords : コピキタスコンピューティング, Timestamp Drawers, Strata Drawer, Peek-A-Drawer, Digital Decor.

1. はじめに

近い将来, コピキタスで透明な存在のコンピュータが埋め込まれた, 単機能の情報アプライアンスが一般化すると予想されている^{[1][3]}. 一方, 家具, 調度品, 小型の家庭電化製品, および生活のあらゆる場所に置かれている小物などの総称である decor は, 人々が長年親しんだ簡単な操作で, 単一もしくは限られた数の機能を提供している. decor は, 透明な存在のコンピュータを組み込むのに格好の場所といえる.

透明な存在のコンピュータによって強化された decor を, 我々は Digital Decor と呼ぶことにする^[8]. GUI (Graphical User Interface) 設計において, 人々の実世界の知識を, メタファーとして利用したことと同様に, Digital Decor の設計では, 従来の decor の機能と操作方法に関する人々の知識を利用することができる. Decor を使った人々の日常の行動を, 目に見えないデジタル世界を操作するインタフェースとして, どのように利用していくかが, Digital Decor の設計課題である.

本論文では, Digital Decor が果たすであろうアプリケーション分野から, 賢い収納と, カジュアルなコミュニケーションについて述べる. このアプリケーションとして, 3種類の Digital Decor, すなわち, 賢い収納を実

現するための Timestamp Drawers と Strata Drawer, およびカジュアルなコミュニケーションを実現するための Peek-A-Drawer を試作した.

2. Digital Decor の応用例

2.1 賢い収納

コンピュータで文書を管理することのメリットは大きい. そこで, 文書をハードコピーにして, 従来のファイルキャビネットに保存するよりも, コンピュータにソフトコピーとして保存することを好む人は多い. コンピュータ内に文書を保存しておけば, タイトルや本文中のテキストを検索したり, 作成/変更時刻で並べ替えたりすることができるので, 目的の文書を探し出す作業が容易になる.

もし, 引き出し, キャビネット, 棚, おもちゃ箱, 靴箱, 郵便受けなどの, 収納機能を持った decor をコンピュータにより強化して, 中に収納された物品を把握する機能を付加したり, 収納物に対する人のイベントを, 自動的に記録/検索する機能を付加すれば, コンピュータ内の文書の検索支援と同じように, 実世界の物理的な物を探し出す機能を提供できるであろう. 強化の方法には, たとえば, 物の出し入れを記録するセンサーを組み込んで, 時刻を記録したり, 音声認識により, 収納物のアクセス記録に文字の注釈を付加したり, バーコードなどの認識タグを収納物につけて自動認識したり, 収納物を自動的に撮影して記録すること, などが考えられる. このような, 物探し支援機能を組み込んだ収納家具や小物入れなどは, 本論文で提案し

*1: 玉川大学工学部

*2: ジョージア工科大学

*1: Faculty of Engineering, Tamagawa University

*2: College of Computing and GVU Center, Georgia Institute of Technology

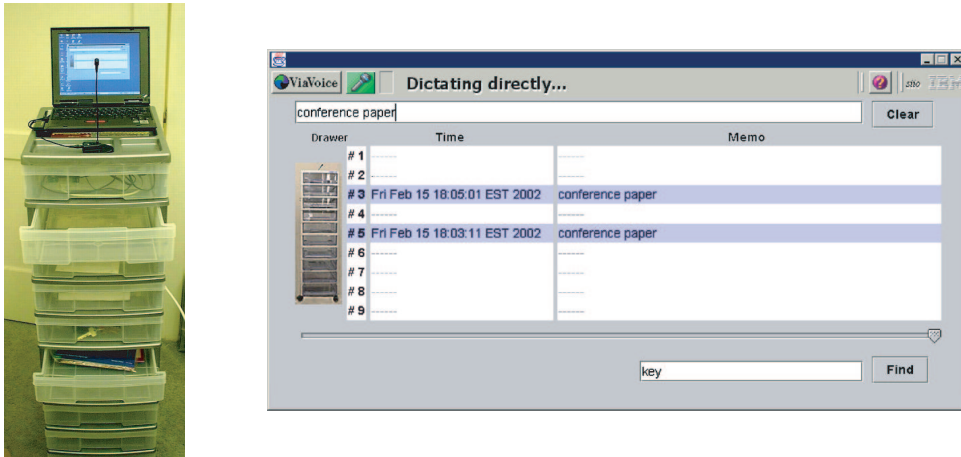


図1 Timestamp Drawers (左) とディスプレイ部分 (右).

Fig. 1 The Timestamp Drawers (*left*) and a close-up of the display (*right*).

ている Digital Decor の，典型的な応用分野になるであろう。

2.2 遠隔地コミュニケーション

コンピュータにより，多彩な遠隔地コミュニケーションが可能になった．近年の研究では，仮想現実を利用したコミュニケーションや，手応えのある，タンジブルな提示デバイスを利用したコミュニケーション^[1]などが提案されている．コンピュータを組み込んだ decor は，タンジブルでアンビエントなコミュニケーションツールとして利用できる，と筆者らは考え，Digital Decor が，カジュアルな日々のコミュニケーションを支援する可能性に注目した．家具や調度品などの decor に，センサーとコンピュータを組み込むことで，人がその日用品を使う様子を検出して，これを象徴するイベントを，遠隔地に暮らす家族や，サテライトオフィスの同僚などに提示することができれば，遠隔地の人の存在を，身近に思う気持ちを作りだせるであろう．たとえば，子供のおもちゃ箱の写真が，遠隔地に住む祖父母の家に伝えられれば，孫と祖父母のコミュニケーションの支援に役立つであろう．さらに（たとえば，おもちゃ箱の蓋を開けて物を入れると，自動的に写真が撮られて転送されるように）decor のもともとのタンジブルな操作を利用して，遠隔地へのコミュニケーションが実現されるように設計すれば，日用品のオリジナルな機能を利用するのと同程度に，わかりやすく直感的な装置に作り上げることが可能である．

以下の節では，これらのアプリケーションのために試作した Digital Decor を紹介する．

3. Timestamp Drawers

3.1 タイムスタンプによる物探し

オフィスで「あの会議でもらった資料は，どこにしまったらうか？」と自問する場面は，めずらしいこ

とではない．ある会議資料を収納した場所を，正確に覚えておくことは難しいが，その文書がどの会議で配付されたかを覚えておくことは，比較的容易である．会議のような特定の出来事の時刻は，カレンダーや予定表から探し出すことができる．この情報から，さきほどの質問は，たとえば「先週の火曜日にもらった書類は，どこにしまったらうか？」のように，言い換えることができる．もし，棚や引き出し家具のような収納家具が，それぞれの棚板や引き出しに，人がアクセスした時刻情報を記録すれば，人が探し物をする際には，この記録を元に，どこを探索すべきか助言することができるだろう．

図1は，Digital Decor の一つとして試作した Timestamp Drawers である^[8]．この家具は，高さ，幅，奥行きが，それぞれ107cm × 32cm × 40cm で，10段の引き出しを持ち，それぞれの引き出しに，リードスイッチによる開閉センサーが取り付けられている．引き出しの開閉イベントは，時刻情報を付加して，家具の上に置かれたコンピュータに記録される．その記録は，図1の右に示すように，コンピュータの画面に表示される．表示の各行は，引き出しそれぞれの状況を表し，開閉イベントがタイムスタンプとともに表示される．さらに，ユーザは引き出しの開閉時に，キーボードをタイプしたり，音声認識機能 (IBM 社 ViaVoice を使用) を利用して，開閉記録に，文字の注釈を追加することもできる．ユーザは，画面下部の時間軸スライダを操作して，開閉記録を閲覧したり，キーワードを入力して，注釈情報を検索して，探し物が入っている可能性のある引き出しを探すことができる．

3.2 考察

図1に示したものと同様の引き出し家具は，引き出しに内容物を示すラベルを貼付けて，使われることがある．しかしながら，分類作業は一般的に困難な作業

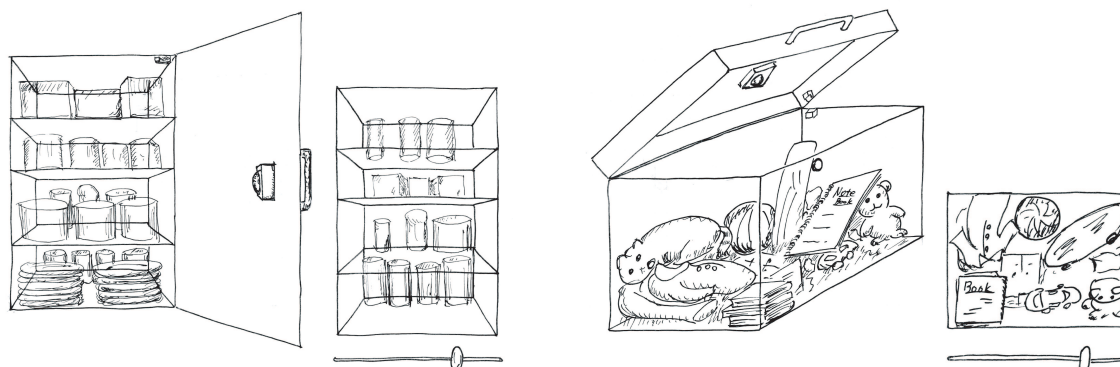


図2 カメラをカップボードの扉の内側(左)や、おもちゃ箱の蓋の下(右)に取り付けて、閉めるたびに写真を自動撮影し、時間軸のスライダを使って過去の写真を閲覧するブラウザを用意すれば、収納物の物探しを支援できる。

Fig. 2 By putting a camera on the door of a cupboard (left) or under the lid of a toy box (right) and taking a picture when their covers are closed, people will be able to locate stored objects.

である。ある物を格納しようとしたときに、該当するラベルが貼られた引き出しが一つも無かったり、逆に、複数あったりすることがしばしばある。運良く該当するユニークな引き出しが見つかった場合でも、引き出しの容量は固定なので、引き出しが一杯で入りきらないこともある。これを避けるためには、引き出しに、常時空きスペースを作っておく必要があるが、これにより収納能力は低下してしまう。

Timestamp Drawers は、コンピュータ支援された記録と検索機能により、引き出しを、より柔軟で効率的なデバイスに作り変え、物理的な引き出しの容量が固定であることの問題を、ある程度解決してくれる。Timestamp Drawers のユーザは、引き出しにラベルをつけて内容物を分類すること無く、単に空きのある引き出しに物を入れていく、という使い方ができる。このことは、固定サイズのセクターで構成されるハードディスクを、コンピュータのファイルシステムが抽象化して、様々なサイズと数のファイルを効率良く格納し、探索できるデバイスに作り変えていることに類似している。

4. Strata Drawer

4.1 カメラ付き収納家具

Timestamp Drawers は、それぞれの引き出しの開閉イベントに対して、タイムスタンプの状況情報を付加して記録していたが、時刻情報以外にも、役立つ状況情報が考えられる。たとえば収納物の写真が、収納物探索に役立つであろう。

上手な収納のための手法の一つに、キャビネットやクローゼットの中の写真を撮影しておき、探し物の際に役立つ方法が知られている。しかし、収納物を移動するたびに、カメラを探して撮影する手間は面倒で

あるし、物探しの時にすぐには閲覧できるように、撮影した写真を管理することも厄介である。もし収納家具に、自動撮影するカメラが組み込まれていて、さらに写真ファイルを格納する画像サーバになるコンピュータが用意されていれば、物探しのために撮影して、写真を管理する作業は、ずっと容易になる。たとえば、図2に示すように、カップボードの扉の内側にカメラを取り付けたり、おもちゃ箱の蓋の下にカメラを取り付け、扉や蓋を閉めるたびに、収納物の写真を自動的に撮影する収納家具をつくることができる。撮影された写真を、撮影された時刻順に自由に閲覧できるプログラムを用意すれば、あとから収納した物で覆い隠されているような昔の収納物も、過去の写真を見ることで探し出すことができる。撮影した写真が、ネットワークに接続されたサーバに自動的に格納されれば、離れた場所の複数の収納家具の中身を、同時に見ることもできる。このため、家の中の、あちらこちらの家具を巡って開けてみたり、さらには、家とオフィスの両方を行き来して探したりする手間を、省くことができるであろう。

4.2 スタックの中での物探し

机の上に積み重ねられた書類の山は、オフィスでよく目にする光景である。ルーチンワークの書類や重要な書類であれば、収納すべきフォルダやキャビネットが用意されていて、書類の山に居残ることは少ないかもしれない。また明らかに不要な書類は、すぐに廃棄されるであろう。しかし書類の適切な分類作業は、一般に困難である。分類作業の困難さに加えて、廃棄できると思われるものの、ひょっとしたらいつの日か必要になるかもしれない書類が、常に存在する。このため書類の山は、なかなか消滅しない。乱雑に積み上げられた書類の山の中から、必要な書類を探し出すアブ

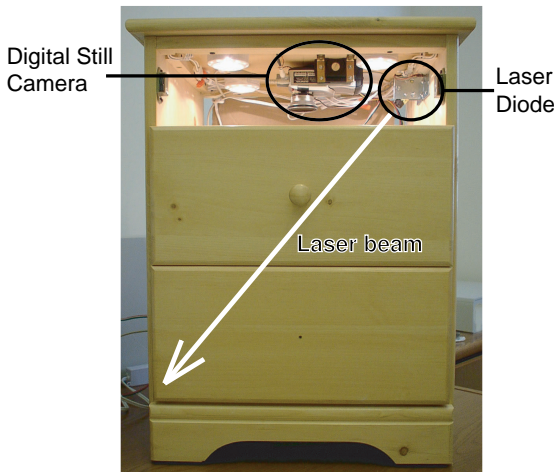


図3 Strata Drawer にはデジタルカメラ (上方中央) と内容物の高さ測定用のレーザーダイオード (上方右) が組み込まれている。

Fig.3 The Strata Drawer has a digital camera (upper center) and a laser diode (upper right) that is used to measure the height of the contents.

ローチの一つに、書類の山の「地層」を利用する方法がある。書類の山は、地層のように時間とともに積み上げられていくので、古い書類は下の方の地層で見つかりやすい。また、ある書類を探す過程で、時期的に近い書類が見つければ、探している書類はその地層の近辺にあると考えることができる。

Digital Decor による家庭向けアプリケーションを探す目的で、日常生活で不便に思っていることを、何人かに聞き取り調査した。その中に、春先に冬物衣料をしまおうとするときになって、持っていることを忘れていたお気に入りのセーターが、引き出しや衣料箱の底から出てくるのが頻繁にある、との体験談があった。収納家具の中に積み重ねられた衣類の地層を閲覧できれば、このような要望にも応えられるであろう。

4.3 試作

積み重ねられた書類や衣類などの中から、書類や物の探索する作業をサポートする目的で、カメラを内蔵した引き出し家具、Strata Drawer (図3) を試作した^{[7][8]}。深い引き出しを一つ持つこの家具には、カメラ、内容物の高さセンサー、コンピュータが組み込まれている。ユーザが引き出しの中に何か物を入れて閉じると、引き出し内を自動的に撮影し、さらに内容物の高さを、レーザー光線を利用して測定する。物を入れるたびに撮影された収納物の地層の写真は、撮影時刻と高さの情報と一緒に閲覧することができる。

試作したシステムは、高さ、幅、奥行がそれぞれ 64cm × 49cm × 39cm の、市販の3段引き出し家具を改造して製作した。最上段の引き出し部分を取り除き、中段と下段の引き出しをつなぎあわせて、1段

の引き出しにした。最上段の引き出しのあった部分には、引き出し開閉を検出するためのリードスイッチ、照明用の4個のハロゲンランプ、デジタルスチルカメラ (Olympus D-360L)、レーザーダイオード、および制御用の電子回路を組み込んだ。図3ではカバーを外してこの部分が見えるようにしている。これらのデバイスは、撮影プログラムとWWWサーバが稼働しているコンピュータ (1GHz Pentium III, Linux OS) の、シリアルポートとパラレルポートに接続されている。ユーザが引き出しを閉じると、引き出しに埋め込んだ磁石にリードスイッチが反応し、コンピュータの撮影プログラムに伝えられる。そこでコンピュータはハロゲンランプとカメラの電源を投入して、写真を撮影して、画像データを取り込む。

カメラは、撮影対象の引き出しの底から 47.5 cm 上方に、下向きに設置されている。このカメラは、シリアルポート経由でコンピュータ制御可能であり、撮影データも取り込むことができる¹。引き出しの内容物全体を撮影するために、0.6× のワイドコンバートレンズをカメラに取り付けた。広角レンズによる樽形歪みは、撮影プログラムで補正し、同時にホワイトバランスの調整も行っている。

レーザーダイオードは、Strata Drawer の天板の右端に取り付けられていて、引き出し底の左隅に向けて、対角方向に光線を投影する。レーザーの照射口に取り付けた円筒形レンズにより、光線は拡げられて、引き出しの奥と手前を結ぶ直線になる。撮影プログラムは、ランプを点灯して内容物を撮影した後、ランプを消灯してレーザーダイオードを点灯し、内容物に投影されたレーザー光線の写真を撮影する (図4)。レーザー光線は、引き出しの中を対角線方向に照射するので、引き出しの端からレーザーで描かれた線までの距離から、内容物の高さを知ることができる。すなわち、輝線が写真の左端から離れているほど、引き出し内容物の高さが高いことになる。図4のシャツの例のように、内容物に凹凸があると、これに影響されて輝線が変形する。そこで、輝線の横軸位置として、画像の輝点の横軸座標を、輝度で重み付け平均した値を利用した。次に、前もって測定した輝線位置と内容物高さの関係から、補間計算によって実際の内容物の高さを求める。高さの測定精度は、レーザーの線幅、撮影写真の解像度などの条件から、約 2mm 程度である。

カメラによって撮影された内容物の写真は、撮影時刻と内容物の高さ情報とともに、WWWサーバに格納される。この情報を閲覧するために、Java アプリケーションの閲覧プログラムを作成した (図5)。閲覧

1: <http://photopc.sourceforge.net/protocol.html>

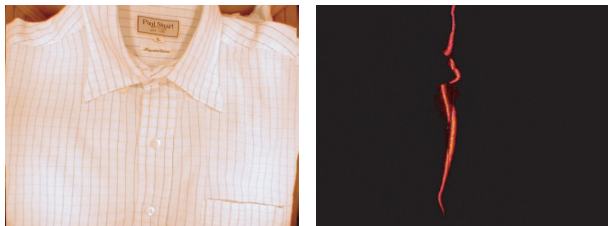


図4 収納物の撮影(左)の後、撮影プログラムはレーザを点灯して二枚目の写真(右)を撮影する。レーザ光線の位置から内容物の高さを測定する。

Fig.4 After taking a picture in the drawer (left), the picture-taking program turns on the laser and takes a second picture of the drawer contents illuminated by the laser line to determine the height of the drawer contents (right).

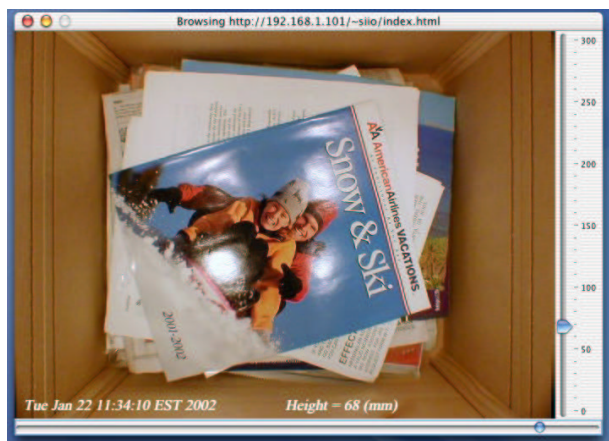


図5 Strata Drawerの閲覧機能。時間軸(下)と高さ軸(右)のスライダを動かして収納物の「地層」を閲覧できる。

Fig.5 The Strata Drawer has time and depth sliders to browse through the stack of objects that are in the drawer.

プログラムには、時間軸と高さのスライダがあり、これを動かすことで引き出し内容物の写真を閲覧できる。いずれかのスライダを動かすと、表示されている写真の撮影時刻または高さに応じた値へと、他方のスライダが連動する。画像データはWWWサーバに置かれているので、ネットワーク接続された遠隔地のコンピュータから、通常のWWWブラウザを利用して、写真を閲覧することも可能である。

Strata Drawerは、著者のオフィスで3か月以上にわたって稼働し、以前は机の上に積み上げられていた書類を記録/収納した。この間、Strata Drawerは正常に機能し続け、積み上げられた書類の中から、銀行口座の取り引き通知や、製品カタログなどの書類を、引き出しを開けずに探索することができた。

本システムでは、一旦収納された書類を追跡していないので、引き出しの中の書類が取り除かれると、地

層情報が不正確になる。この対策として、書類が取り出されて内容物の高さが減少すると、それまで記録されている高さ情報を、同じ割合で減らすことにしている。高さ情報が減少した写真に写っている書類は、存在していない可能性があるが、現在は高さ表示の文字色を変化させて、このことを警告しているだけである。しかし、事務机の上に積み上げられ、放置される種類の書類を対象としたため、試用期間中に大きな不都合は生じなかった。これらの書類が使われる機会は少なく、その結果、地層の状態にほとんど変化が生じない。一方、このような種類の書類は、ほとんど取り除かれること無く、確実に積み上がって行くので、いつか引き出しは満杯になってしまうであろう。その場合は、全部の書類を取り出して、地層写真集へのURLを記した段ボール箱などに入れて、物置などに保管する対応が考えられる。

5. Peek-A-Drawer

5.1 家族の遠隔コミュニケーション

日米をはじめ多くの先進諸国では、家族のあり方が変わり、独立した子供が親と同居したり、同じ地域で暮らす家庭は少数派になり、近い親族が、遠く離れて暮らすことが一般的になった。しかし、子供や孫と離れて暮らす老人は、生活の一部を孫と共有したいと考えている。彼らは、離れて暮らす孫たちのお気に入りの玩具や、学校で書いた絵や作品などに関する、もし同居していたら自然と共有できるであろう情報を欲しがっている。一方で、離れて暮らしている老人の健康を心配する子供世代家族も居る。

デジタルカメラと電子メール、テレビ電話などの電子的な道具を使えば、遠隔地の家族とコミュニケーションして、生活の一部を共有することが、現在でも可能である。しかしながら、既存の電子的コミュニケーションツールは、次の二つの問題をかかえている。まず、これらのツールの操作は、たとえば、蓋を開けて何かを入れてボタンを押す、というような単純な操作で利用できる単一機能のアプライアンスのように簡単ではない。つぎに、これらのツールには、コミュニケーションを開始しようとする意図的な操作が必須である。もし同居していれば、居間の棚に物を置くような何気ない動作だけで、意図せずとも、アウェアネスレベルのコミュニケーションが可能ならずである。

そこで、遠隔地に住む家族のコミュニケーションを実現するツールとして、遠隔地と共有する引き出しを考案した。家族で共有する居間の引き出しは、中に入れた物をきっかけにして、家族のコミュニケーションを促進することがある。遠隔地と仮想的に共有する引き出しを作れば、このようなコミュニケーションの輪



図6 Peek-A-Drawer. ネットワーク接続したキャビネットの上の引き出しの内容が、もう一方の下引き出しのディスプレイに表示される。

Fig. 6 Overview of the Peek-A-Drawer. The photograph of the upper drawer in one cabinet is displayed in the lower drawer in the other cabinet.

を、遠隔地の家族にまで自然に広げることが可能であろう。

図6に示す Peek-A-Drawer^{[6][8]}は、ネットワーク接続された一対の引き出し家具である。上の引き出しの内容が、もう一方の下引き出しのディスプレイに表示され、引き出しの仮想的な共有を実現する。この試作のために、Strata Drawer で使用したのと同じ家具2個に、デジタルスチルカメラ、ハロゲンランプ、リードスイッチを組み込んだ。カメラは、30.8cm 下にある上段の引き出しの内容物を撮影する。被写体が近くなったため、引き出し全体を撮影するために、より広角(0.5×)のワイドコンバータレンズを使用した。

下の引き出しには、コンピュータ(1GHz Pentium III, Linux OS)、15インチ液晶ディスプレイ(LCD)、スピーカーが組み込まれている。カメラで撮影された引き出しの中の画像を、もう一方の家具の下引き出しのLCDが表示する。LCDは引き出しの中に上向きに設置されているので、離れた場所の引き出しの内容を、のぞき込んでいるかのようなリアリティを得ることができる。それぞれの家具で稼働しているコンピュータでは、3種類のプログラム:撮影プログラム、WWWサーバ、および画像ブラウザが作動している。ユーザが上の引き出しを閉じると、リードスイッチがこれを検出する。撮影プログラムはこのイベントを検出して、ハロゲンランプを点灯して、上引き出しの内容物を撮影する。広角レンズによる歪みと、ホワイトバランスを補正した後、画像データは、撮影時刻情報とともにWWWサーバディレクトリに置かれる。画像ブラウザは、もう一方の家具のWWWサーバを定

期的にチェックして、新しい写真があれば、ダウンロードしてLCDに表示する。また更新時には、あらかじめ用意されている、引き出し開閉音のファイルをスピーカーで再生して、遠隔地の引き出しが開閉された様子を音で提示する。

画像ブラウザには、簡単なナビゲーション機能が用意されている。LCDの左右にはボタンが取り付けられており、左のボタンを押すと一枚過去の画像が、右のボタンで次に新しい画像が、それぞれ現れる。また1秒以上長押しすることで、それぞれ最も古い/新しい画像を見ることができる。

5.2 考察

Peek-A-Drawer が実現する、画像によるコミュニケーションは、先にも述べたように、現在でもデジタルカメラや電子メールを使えば実現できる。しかし、撮影、データ転送、メール添付、発信などの、一連の作業が必要である。引き出しに物を格納するだけで転送され、開けるだけで見ることができる、という操作手順は、従来の引き出しをいつものように使用しているのと、何ら変わらない。そのため、コンピュータやネットワークの存在を感じることなく、コミュニケーションが可能である。

また、Peek-A-Drawerと同程度に、簡単に画像転送する機能ならば、撮影画像を、自動的に遠隔地に転送するデジタルカメラでも実現できる。ネットワークに画像を自動発信する携帯カメラや、ウェブカメラのように、壁や天井に取り付けた定点カメラを使えば、引き出しの外の被写体にも対応できるであろう。しかし撮影対象を、引き出しのように閉鎖された固定領域に限定したことで、Peek-A-Drawerには、以下のようなプライバシーと、使い勝手の課題に対応できていると考える。

自動発信携帯カメラを使う場合には、家庭の中のあらゆる情景が、遠隔地に瞬時に伝わってしまう危険がある。特に、小さな子供にこのような携帯カメラを使わせることに、プライバシーの危惧を感じる親は多いと思われる。一方、定点カメラの場合でも、意図していない物が、撮影領域に入ってしまう可能性がある。これに対して Peek-A-Drawer は、撮影対象を小さな引き出しの中に限定することで、プライバシーの問題が生じない、というメリットがある。

小さい子供などの、カメラの初心者にとっては、自動化されたカメラを使っても、良い写真を撮ることは困難である。Peek-A-Drawerの引き出しの中は、被写体位置や光線の状態が固定された空間であるので、フォーカス、露出、ホワイトバランス、構図は適切に調整され、手ぶれも発生しないし、被写体が画面から外れることも無い。さらに本システムでは、撮影され

た画像が、常にほぼ実物大で表示されるので、特に映像理解に不馴れな幼児にとって、遠隔地にある物体の大きさや詳細の把握が、容易になるであろう。

5.3 実地評価

Peek-A-Drawer を、約 300km 離れて一人暮らししている祖母 (72 才) の家とその孫娘 (11 才) の家庭環境に置き、ほぼ 6ヶ月の実地試験を行った。この期間中に、二家族の間で約 200 枚の画像が交換された。

特に祖母の側での評価が高く、最初に予想していた以上にずっと興味深く、毎日喜んでわくわくして使用しており、テスト期間終了後も継続的に使いたいとの感想を得ている。祖母側は、人形や小物を、箱庭のようにならべて、メッセージを付け、絵はがき感覚で利用している。その他、庭木の果実、花などや、貝殻、骨とう品など孫が興味を持ちそうな小物を、メッセージ付きで送っている。一方、孫側では、祖母側ほどの感動は無いものの、操作が簡単であるので、身の回りの小物を適当に入れて返答を返して楽しんでいる様子であった。また、最近の孫の出来事に関連するような小物、たとえば見学した博物館のパンフレット、旅行先のホテルの紙袋、水泳大会の記録証なども送られている。

孫からの写真はしばしば説明不足であるため、祖母からのメッセージに質問が書かれることがあり、これに応える形でメッセージの往来がおこることがあった。さらには、祖母から電話や電子メールで問い合わせが来ることもあり、家族間のコミュニケーションのきっかけになることがあった。孫の親にとっても、遠隔地で母親が引き出しを開閉する動作が音で伝わるので、(あらかじめ録音された音であっても) 多少の安心感を得られるメリットがあることがわかった。

最初の 2-3ヶ月の間、当初の設計意図とは異なり、引き出しは収納家具としては使われなかった。祖母も孫も、新しい物を入れる前に引き出しを空にしていた。この理由として、装置が目新しく、通信のための道具として受け入れられていたことが考えられる。事実、試験期間の終わり近くになったある日、天板に放置されていた送信済みアイテムを、孫の母親が引き出しにしまいこんだことをきっかけに、収納場所としても使われるようになった。祖母の側でも、次回の孫の訪問の際に与えるつもりで用意して、引き出しに入れて送信したぬいぐるみなどが、次第にそのまま保管されるようになっていった。

6. 関連研究

Digital Decor のように、日用品によるインタラクティブなテーマにした研究は多い。たとえば、家庭の薬棚にコンピュータを組み込んで投薬の管理をした

り、医療機関とのコミュニケーションを実現するシステム^[10]、オフィスの壁、テーブル、椅子などにディスプレイを組み込み、これらをシームレスに接続することで人々の知的作業とコミュニケーションをサポートするシステム^[9]、壁掛けディスプレイを絵画のように使って、情報をアートワークとして表示するシステム^[5]などが知られている。いずれも、コンピュータの未来が、家具や調度品のような日用品であることを示している。以下では、その中でも本研究と特に関連が深いと思われる研究を紹介する。

6.1 引き出しシステム

TouchCounters^[12] は、収納用の箱と棚で構成されたシステムである。それぞれの収納箱にはディスプレイが、また棚には収納箱を識別するためのセンサーが組み込まれている。それぞれの収納箱の利用状況を表示させることで、効率的な管理の実現を目指している。Timestamp Drawers も、物探しを支援するために、それぞれの引き出しの利用イベントに着目している。自由に棚に置ける収納箱と違い、引き出しには場所の制約があるために、Timestamp Drawers では引き出しを識別するセンサー類を省略できた。またキーボードや音声認識による、テキストの注釈付けも実装した。

HomeBox^[4] は、発展途上国の人々のために開発された、WWW コンテンツ作成のための引き出しである。ユーザは引き出しの中に物を入れてアレンジして、これをスキャナとインターネット接続設備のある場所に持っていき、WWW ページを作成する。パッチ方式により、コンピュータ資源を有効に利用することが、このシステムの目的である。日用品としての引き出しの使いやすさについても、言及している。Strata Drawer は内容物の探索に、また Peek-A-Drawer は一対一のコミュニケーションに着目した。また、Strata Drawer と Peek-A-Drawer のいずれのシステムも、カメラやコンピュータが十分に安価になることを想定して家具に組み込んでいるため、インタラクティブな操作を実現している。

6.2 コミュニケーションのための家具

Peek-A-Drawer は、Digital Family Portrait^[2] と同様に、カジュアルなコミュニケーションの支援を目指している。Digital Family Portrait は、遠隔地に住む家族、特に高齢者の、日々の定性的な活動状況を表示する、電子的な写真立てである。従来の写真立てと同様に、壁や暖炉の上に置かれ、活動状況は写真の周りの装飾として表示される。Peek-A-Drawer は、送受信の双方が同等の機能を持つ、対称的なコミュニケーションツールとして設計されているが、Digital Family Portrait は一方向のコミュニケーションを提供している。

7. まとめと今後の予定

今後のコピキタスコンピューティングの主流になると考えられる, コンピュータにより機能強化された日用品である Digital Decor について述べた. また, 応用分野として, 賢い収納と, カジュアルなコミュニケーションを考え, それぞれについて試作し, 評価と考察をおこなった, ここで述べたアプリケーションシナリオは, 特定の家庭やオフィス環境を仮定しているが, これらのデバイスは decor を使用する日常生活の場で, 広く利用できると考えている. たとえば Strata Drawer は, 家庭において衣類を積み上げて収納することにも利用できるし, Peek-A-Drawer はサテライトオフィス環境で, 遠隔地にいる同僚同士のコミュニケーションを促進する目的でも, 利用することが可能である. 今後は試作したシステムを実際の日常生活でさらに使い続け, 評価をすすめていく予定である.

謝辞

本研究は, 東京電力(株)と(株)内田洋行から研究助成を受けた. Peek-A-Drawer のアイディアは, 筑波大学の葛岡英明氏とのディスカッションの中で生まれた.

参考文献

- [1] S. Brave, H. Ishii and A. Dahley: Tangible Interfaces for Remote Collaboration and Communication. *Proceedings of the ACM 1998 Conference on CSCW*, 169-178 (1998).
- [2] E. D. Mynatt, J. Rowan, S. Craighill and A. Jacobs: Digital family portraits: supporting peace of mind for extended family members. *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, 333-340 (2001).
- [3] D. A. Norman: *The Invisible Computer*, MIT Press, (1998). (邦訳: 岡本 明, 安村 通晃, 伊賀聡一郎: パソコンを隠せ、アナログ発想でいこう!, 新曜社, 2000.)
- [4] B. Piper and R. R. Y. Hwang: The HomeBox: A Web Content Creation Tool for The Developing World. *Extended Abstracts of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, 145-146 (2001).
- [5] J. Redstrom, T. Skog, and L. Hallnas: Informative art: using amplified artworks as information displays. *Proceedings of DARE 2000*, 103-114 (2000).
- [6] I. Siio, J. Rawan and E. Mynatt: Peek-A-Drawer: Communication by furniture. *Extended Abstracts, ACM CHI 2002*, 582-583 (2002).
- [7] I. Siio, J. Rawan and E. Mynatt: Finding Objects in "Strata Drawer." *Extended Abstracts, ACM CHI 2003*, 982-983, (2003).
- [8] I. Siio, J. Rawan, N. Mima and E. Mynatt: Digital Decor: Augmented Everyday Things. *Proceedings Graphics Interface 2003*, 159-166, (2003).
- [9] N. A. Streitz, J. Geissler, T. Holmer, S. Konomi, C. Muler-Tomfelde, W. Reischl, P. Rexroth, P. Seitz and R. Steinmetz: i-LAND: an interactive land-

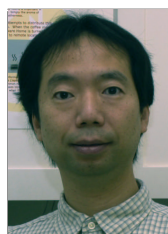
scape for creativity and innovation. *In Proceedings of the CHI '99*, 120-127 (1999).

- [10] D. Wan: Magic Medicine Cabinet: A Situated Portal for Consumer Healthcare. *Proceedings of the HUC'99*, 352-355 (1999).
- [11] M. Weiser: The Computer for the 21st Century. *Scientific American*, 265 (3), 94-104 (1991).
- [12] P. Yarin and H. Ishii: TouchCounters: Designing Interactive Electronic Labels for Physical Containers. *Proceeding of the CHI 99 conference on Human factors in computing systems*, 362-369 (1999).

(2003年2月3日受付, 5月13日再受付)

著者紹介

椎尾 一郎 (正会員)



1984年東京工業大学大学院総合理工学研究科博士課程修了. 同年, 日本アイ・ビー・エム株式会社東京基礎研究所に入社. 1997年玉川大学工学部電子工学科助教授をへて2002年より教授. 2001年から1年間, 米国ジョージア工科大学客員研究員. 実世界指向インタフェース, コピキタスコンピューティングを中心に研究. ソフトウェア科学会, 情報処理学会, ヒューマンインタフェース学会, ACM 会員. 博士(工学).

Jim Rowan



is a Ph.D. candidate in the College of Computing at the Georgia Institute of Technology. He received his B.I.E. and M.S. in Industrial Engineering from Auburn University in 1974 and 1978, respectively. He comes to Georgia Tech after spending with the Bell System. He received his graduate certificate in Cognitive Science, from Georgia Tech in 2000. Within aging in place, his focus is on the social aspects of home-based technology that allows people to remain in their own homes as they age.

Elizabeth Mynatt



is an Associate Professor in the College of Computing at the Georgia Institute of Technology, and the Associate Director of the Georgia Tech Gvu Center. There she directs the research program in "Everyday Computing" - examining the implications of having computation continuously present in many aspects of everyday life. Prior to her current position, she worked for three years at Xerox PARC. She received her Ph.D. degree in Computer Science from the Georgia Institute of Technology in 1995.