

タッチパネルを拡張する紙製インタフェースを搭載した インタラクティブパッケージの開発

加藤 邦拓^{1,2,a)} 薄羽 大樹^{1,b)} 鳥山 らいか^{1,c)} 竹内 まゆ^{1,d)} 野崎 玲那^{1,e)} 細谷 美月^{1,f)}
宮下 芳明^{1,g)}

概要：本研究では既存研究 ExtensionSticker 技術を用いた，外部からのタッチ操作を可能とするインタラクティブなパッケージの開発を行う。今回，化粧品の販売に使用するパッケージへの適用を想定し「インタラクティブな鏡台パッケージ」，「透過スクリーンを用いたネイルアートプレビューパッケージ」の2種類を開発した。これらは一般的な化粧品のパッケージとして使用することができ，スマートフォンと組み合わせることでユーザは，パッケージを活用したアプリケーションによるメイク支援システムを使用することができる。これにより，物理的にスマートフォンに触れることができない状況だけでなく，化粧品によって手が汚れてしまうため画面を直接触りたくない状況，手がふさがっていて操作が難しい状況においても，パッケージ上でのタッチ入力によってスマートフォン端末を汚すことなく操作が可能となった。

Interactive Packages with Paper-based Touchpanel Extension Interface

KUNIHIRO KATO^{1,2,a)} HIROKI USUBA^{1,b)} RAIKA TORIYAMA^{1,c)} MAYU TAKEUCHI^{1,d)}
REINA NOZAKI^{1,e)} MITSUKI HOSOYA^{1,f)} HOMEI MIYASHITA^{1,g)}

Abstract: In this paper, we demonstrate interactive packages with paper-based touchpanel extension interface using ExtensionSticker technique. We aimed to apply our method to the commodity cosmetic packages, and we developed two kind of interactive packages, “Interactive dressing table” and “Nail art preview system using transparent screen”. Proposed interactive packages are able to pack the commodity cosmetics. Proposed method allows the users to use the makeup support applications with the smartphone. In addition, the users can control smartphones touching with touchpanel extension interfaces on the package, when they do not want to touch directly on the smartphone using their own hand with cosmetic steins.

1. はじめに

スマートフォンの普及により，今日では子供から老人に至るまで幅広い年齢層の人に活用されている。それに伴い，

ハコスコ^{*1}やハコビジョン^{*2}など，スマートフォンと組み合わせることでより多彩なコンテンツを楽しむことのできるデバイスが登場している。こうしたデバイスは，本体が紙やプラスチックなどの素材によって構成され，それらにスマートフォンを搭載する形で使用される。そのためデバイス本体の製造コストが低く，単体での製品として販売される他，スマートフォン^{*3}や全周カメラ^{*4}，食玩のパッケージ^{*2}としての販売や，雑誌の付録^{*5*}6，広告としての

¹ 明治大学
Meiji University, Nakano, Tokyo, Japan

² 日本学術振興会
JSPS, Chiyoda, Tokyo, Japan

a) kkunihir@meiji.ac.jp

b) cs172047@meiji.ac.jp

c) cs172044@meiji.ac.jp

d) ev60517@meiji.ac.jp

e) ev60540@meiji.ac.jp

f) ev60523@meiji.ac.jp

g) homei@homei.com

*1 ハコスコ: <https://hacosco.com/product/>

*2 ハコビジョン: <http://www.bandai.co.jp/candy/hakovision/>

*3 Zenfone AR:

<https://www.asus.com/jp/Phone/ZenFone-AR-ZS571KL/>

*4 Insta360 nano: <https://hacosco.com/insta360/>

*5 スーモスコープ: <http://scope.suumo.jp/lp/>

*6 VR FREEK Autumn: <https://tjk-inc.jp/book/20161008>

使用^{*7}など様々な商品利用がされてきた。一方、これらの多くはスマートフォンのディスプレイを用いた映像投影装置として活用されることが多く、インタラクティブ性に欠ける。またこれらはスマートフォンを箱の中に入れる、画面を下にして伏せて使用するなどといった活用法により、スマートフォン画面をタッチ操作することが困難な状況に陥ることがある。

こうした問題の解決を目的とし、本研究では ExtensionSticker^[14] 技術を用いることで、装置表面上でのタッチ入力によりスマートフォンを操作できるインタラクティブなパッケージの開発を行う (図 1)。今回、化粧品パッケージへの適用を想定し「インタラクティブな鏡台パッケージ」、^[14]「透過スクリーンを用いたネイルアートプレビューパッケージ」の 2 種類の化粧品向けパッケージを開発し、それぞれに対応したアプリケーションを実装した。これらは一般的な化粧品のパッケージとして使用することができ、ユーザは購入した化粧品と併せてパッケージを活用したメイク支援アプリケーションを使用することができる。



図 1 タッチ操作を可能とする化粧品パッケージ外観。

「インタラクティブな鏡台パッケージ」では、スマートフォンに搭載されたインカメラを使用し、ユーザのメイクを支援を行う。ExtensionSticker を用いたパッケージの上でのタップ、スクロール操作によって、スマートフォン上に表示される情報の切り替えを可能とした。これにより、化粧品の粉やクリームにまみれた手でもスマートフォンの画面を汚すことなく操作をすることができる。

「透過スクリーンを用いたネイルアートプレビューパッケージ」は、スマートフォンディスプレイに表示された映像と透過スクリーンによって、ユーザの爪上へ情報を重畳表示する。複数のネイルアートデザインをプレビューできる機能のほか、爪を装飾するための手順を示した支援機能を持つアプリケーションを実装した。これにより、両手がふさがった状態でも指先での最小限の動作によってスマートフォン操作が可能となる。

^{*7} ハコスコの VR サービスをパッケージで提供:
<https://hacosco.com/pack/>

2. 導電性インクを使ったタッチ入力手法

著者らはこれまでに、タッチスクリーン外部からのタッチ入力を可能とする紙製タッチインタフェースを提案してきた [13], [14]。導電性インクによって特定の形状のパターンを印刷し、タッチパネル上に貼り付けるだけで使用できる。紙窓 [13] の手法では、導電性インクを用いて印刷した直径 10 mm 程度の円形パターンによってタッチ入力を発生させる。また、幅 1 mm 以下の細い線であればタッチ入力を発生させることなく、タッチパネル上に配置可能なことを示し、複数の円形パターンを電氣的に接続することでマルチタッチ入力も可能とした。

ExtensionSticker [14] の手法では、導電性インクを用いて印刷した縞模様状のパターンによって特定箇所におけるタッチ入力だけでなく、スクロール操作のような連続的なタッチ入力を実現した。複数の導電性の線に同時に触れることでタッチ入力ができる。また、このときユーザが縞模様パターン上で指をスライドさせる操作を行うと、指と接触している線の範囲が順にずれていく。これにより発生させたタッチ入力が途切れることなく、連続的なタッチ入力が可能となる。

3. 外部からのタッチ操作を可能とするインタラクティブパッケージ

本研究で検討する化粧品パッケージは、導電性インクによって印刷されたパターンを通じ、パッケージ上からのタッチ操作を可能とする。本章では、化粧品パッケージへの適用を想定し、2 種類のパッケージプロトタイプとそれに連動した化粧支援アプリケーションについて説明する。

3.1 インタラクティブな鏡台パッケージ

ここではインタラクティブな鏡台パッケージについて説明する。図 2 に示すように、鏡台パッケージは厚紙でできた立方体形状の箱で構成されている。パッケージ上面には穴が空けられており、ユーザはスマートフォンの一部を差し込んで使用する (図 2 左)。またパッケージ上面には、外部からのタッチ入力用にダイヤル状のパターンを印刷したシートが設置されている。このシートはパッケージ内部を通して、パッケージに差し込まれたスマートフォンのタッチパネル下部に接触する。これによりパッケージ上でのタッチ入力を行うことで、スマートフォンを操作することができる。

3.1.1 アプリケーション

前節で述べた鏡台パッケージに連動して使用可能な化粧支援アプリケーションを実装した。本アプリケーションは、パッケージ上面に配置された導電性のダイヤルインタフェースによって操作することができる。本アプリケーションではスマートフォンに標準搭載されているインカメ



図 2 インタラクティブな鏡台パッケージ外観。

ラによって取得した映像が画面上に常に表示されている(図 3)。ユーザはスマートフォンを鏡として使用し、自分の姿を見ながらメイクを行うことができる。本アプリケーションは取得映像の録画再生機能を持ち、パッケージ上のダイヤルインタフェースをタップすることで録画/停止を行うことができる。また記録された動画リストはダイヤルインタフェースの回転操作によって選択することができ、タップ操作により再生される。動画の再生中は現在インカメラによって取得された映像が画面上に半透明の状態で見重ねられ、ダイヤルインタフェースを時計周り/反時計回りに回転させることで、現在の映像と再生中の動画の表示を滑らかに切り替えることができる。

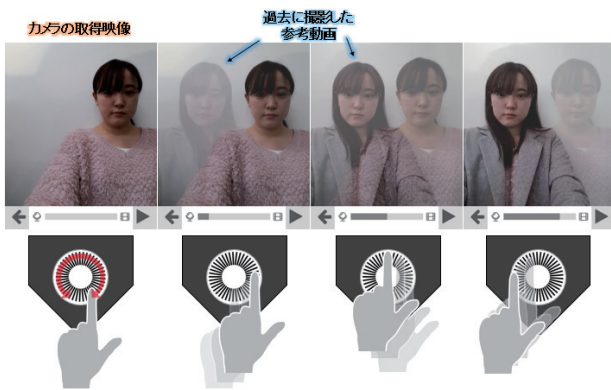


図 3 メイク支援システム。

3.1.2 使用シチュエーション

本アプリケーションは、女性がメイクを行う際の支援アプリケーションとしての使用を想定している。鏡台パッケージ上でのタッチ入力により、例えばアイシャドウやチークをばかして馴染ませたり、口紅を指で整えたりするなど、化粧品が手や指に付着した状態でもスマートフォン画面を汚すことなく操作を行うことができる。

現在、様々な種類の化粧品が販売されており、日常的に活用されている。メイクを行う際、複数種類の化粧品を組み合わせて使用することが多く、またそれらを決まった手順で使用する必要がある。こうしたメイクを行うための支

援としてメイク手順を示した動画コンテンツ*8が化粧品会社によって公式に Web 上で配信されているほか、YouTube などの動画共有サービスにおいても複数配信されており、動画を参考にしてメイクを行うことは一般的に行われている。

こうした参考動画が活用されている一方で、動画を閲覧しながらメイクをするための支援は行われていない。本アプリケーションによって予め登録された支援動画や、録画機能によって記録された過去の自分の化粧を参考にしながら化粧を行うことができる。

3.2 透過スクリーンを用いたネイルアートプレビューパッケージ

ここでは透過スクリーンを用いたネイルアートプレビューパッケージについて説明する。図 4 に示すように、本パッケージは厚紙でできた立方体形状の箱と、透過スクリーン、およびミラーから構成されている。パッケージ内部に、透過スクリーンが 45 度の傾斜を持つように設置されており、ユーザはパッケージの真上からこのスクリーンを覗き込むようにして使用する。同様にパッケージ内部には映像反射用のミラーが設置されており、透過スクリーンと垂直になるように配置される。図 4 右に示すように、パッケージ上にスマートフォンの画面を下にしてパッケージ上に載せると、真下に配置されたミラーによって、透過スクリーン上に映像が投影される。パッケージ側面(ユーザに対して手前となる位置)には、穴が空けられておりユーザはこの穴に自身の指を入れて使用する。パッケージ内部の指を置く箇所付近には、導電性インクによって印刷された縞模様パターンが配置されており、パッケージ内部を通してスマートフォン画面に接触する。これにより、パッケージ内部に入れた指によってスマートフォンのタッチ操作を行うことができる。

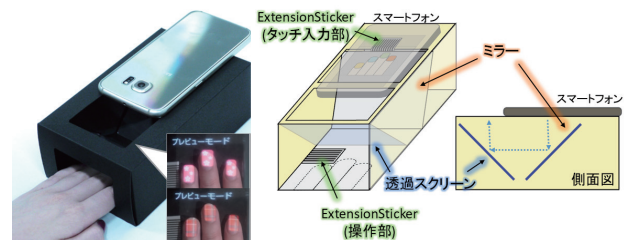


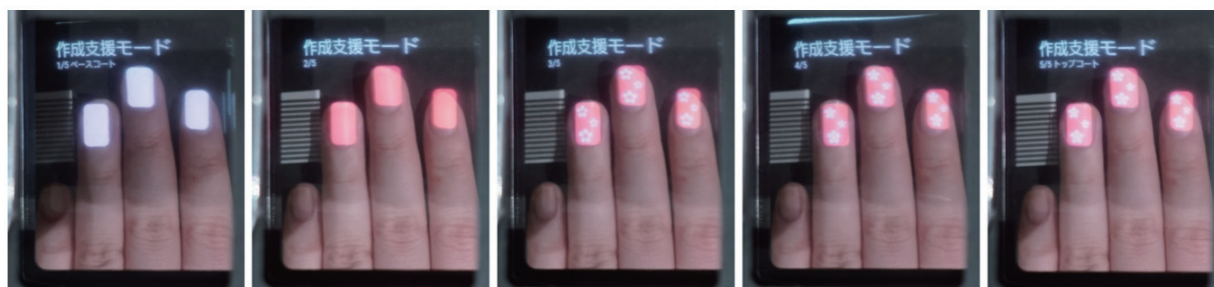
図 4 透過スクリーンを用いたネイルアートプレビューパッケージ外観。

3.2.1 アプリケーション

本アプリケーションは、ネイルアート支援アプリケーションとしての使用を想定している。ネイルアートとは、塗料で色を塗ったり模様を描いたりして爪を装飾する行為

*8 watashi+ by shiseido:
<https://www.shiseido.co.jp/beauty/index.html>

作成支援モード



1. ベースコートを塗る 2. 下地を塗る 3. ドットで花卉を描く 4. 花の中央を描く 5. トップコートを塗る

図 5 ネイルアート支援システム使用手順.

を指す。

ネイルアート支援アプリケーションでは、側面に開けられた穴からパッケージの内部にユーザの指を入れて使用する。パッケージ内部には指の位置を示すガイドが印刷されており、ユーザはガイドに合わせて指を置く。パッケージ内部に配置された縞模様パターンシートに上でのフリック操作によって画面の遷移や決定が行える。

本アプリケーションではネイルアートのプレビューモードと作成支援モードを持つ。プレビューモードでは、予め用意されたネイルアートデザインリストからひとつを選択することで、図 5 に示すようにユーザの爪の上にネイルアートの画像を重畳表示することができる。また、プレビュー表示状態のままフリック操作を行うことで、別のデザインに切り替えることができる。この状態で、縞模様パターン上でのタップにより決定をすると、作成支援モードに切り替わる。作成支援モードでは、選択したデザインのネイルアートを実際に爪に塗る手順を提示する(図 5 手順 1~5 参照)。

3.2.2 使用シチュエーション

透過スクリーンを用いたネイルアートプレビューパッケージは、複数のネイルアート用ポリッシュのセットを中に梱包して販売し、それらを用いたネイルアート作成支援としての使用を想定している。ネイルアートは、ただ色を塗るだけであっても、ベースコート、下地、トップコートなど複数のポリッシュを爪の上に重ね塗りしていくことで行われる。

ユーザがネイルアートを行う際、NailBook^{*9}やインスタグラム^{*10}など、Web 上で公開されているネイルアートデザインを参考にしてデザインを決めることが一般に行われている。本アプリケーションは、これらと同様にネイルアートデザインを決定するための支援として使用することを想定している。ユーザは予め用意されたネイルアートデザインによって、実際に自分の爪が装飾された様子を見ながらデザインを決めることができる。また、作成支援機能を参

考にしなが、爪にネイルアートを施すこともできる。

将来的には、スマートフォンに搭載されたインカメラによって自分が作成したオリジナルのデザインを撮影し、配信するなどネイルデザインの共有サービスとの連携を考えている。

4. 関連研究

4.1 スマートフォンを組み合わせる使用するデバイス

スマートフォンと組み合わせることでより多彩なコンテンツを楽しむことのできるデバイスが多数登場している。ハコスコ^{*1}や Google Cardboard^{*11} は厚紙とレンズで構成された簡易型のヘッドマウントディスプレイ (HMD) である。これらの HMD はスマートフォンを内部に入れ、ディスプレイとして活用することでより没入感のある体験が可能となる。しかしその多くは内部に格納したスマートフォンを操作するための入力手段を持たず、箱に空けられた穴から指を入れ画面をタップするという方法がとられていた。入力機構を持つカードボード HMD として、Google Cardboard は、側面に配置された磁石の動きを、スマートフォン内蔵の磁気センサによって読み取る手法を採用している [8]。また Google Cardboard 2 では、HMD 側面に配置された導電性素材の貼り付けられたボタンによって画面を間接的にタップする機構を持つ。これらの入力機構によって、カードボード HMD の持つ入力の問題は多少改善されたが、これらはコンテンツの選択やスイッチとしての単純な入力の ON-OFF しかできなかった。著者らはこうしたカードボード HMD のインタラクティブ性の向上を目的として、ExtensionSticker 技術を用いたタッチインタフェースを搭載したカードボード HMD である MilboxTouch^{*12} [15] を開発した。MilboxTouch は、家電量販店や Web 上の通信販売サービス上で購入できるほか、雑誌の付録としても入手でき、ユーザはインタラクティブな VR コンテンツを手軽に体験できるようになった。本研究

^{*9} NailBook: <https://nailbook.jp>

^{*10} インスタグラム: <https://www.instagram.com/?hl=ja>

^{*11} Google Cardboard:

<https://vr.google.com/intl/ja.jp/cardboard/>

^{*12} MilboxTouch: <http://milbox.tokyo/milboxtouch/>

は、MilboxTouch と同様に ExtensionSticker 技術を用いることで、スマートフォン画面に直接触れられない状況でもパッケージ上でのタッチによって操作ができる低コストな入力インタフェースを実現する。

スマートフォンを用いた映像投影装置として、バンダイ社が販売する食玩のひとつであるハコビジョンがある^{*3}。これは、切り開いた厚紙のパッケージの内部に透過スクリーンが斜めになるように設置し、パッケージ上部に載せたスマートフォンの画面を投影する。映像は専用のコンテンツが動画配信サービス上にアップロードされており、パッケージ内部に設置された凹凸のあるプラスチック板により、プロジェクションマッピングのような映像を楽しむことができる。類似のデバイスとして、巻口らの提案した多層空中像投影装置 [17] がある。装置の内部に V 字型になるよう配置された透過スクリーンとハーフミラーを組み合わせることで、奥行き感のある映像鑑賞を実現している。また、この装置は Kirari! for Mobile^{*13}としてイベントでの配布や、CD の販促^{*14}として活用されている。ハコビジョン、Kirari! for Mobile などの装置は、スマートフォンを画面を下に伏せるように配置して使用している。これらの装置は映像鑑賞を目的としており、インタラクティブなコンテンツの使用を想定していないが、スマートフォンを伏せて使用するという仕様上、予め視聴したいコンテンツを表示後、スマートフォンを載せて位置を合わせるといった手順が必要であった。そのため動画の再生後に一時停止、早送り/巻き戻し、コンテンツの選択など基本的な操作を行うたびに、一度スマートフォンを装置から外し、設定後に再度装置の上に乗せ位置合わせをするという煩雑な操作が必要となっていた。提案手法により、こうした映像鑑賞用の装置に対しても、基本的な入力操作を可能とするインタフェースを提供することができる。

4.2 インタフェース拡張に関する研究

スマートフォンのインタフェース拡張に関する研究は、デバイス周囲でのジェスチャ入力を活用する手法 [2], [10], デバイスの側面または背面上にタッチパネルを増設する手法などの多くの研究がなされてきた [1], [7]。こうした研究はスマートフォン外部でのユーザ操作を検知するため、外部に入力を検知するためのセンサを追加する必要があった。

スマートフォンに元々搭載されているセンサを活用して入力語彙を拡張する手法としては、Google Cardboard のように磁気センサを用いる手法、加速度センサを用いる手法、音声入力を用いる手法、タッチパネルを拡張する手法などが考えられる。本研究でも採用しているタッチパネル

を拡張する手法は、外部のセンサを必要としないだけでなく、導電性素材を配置したオブジェクトを用意するだけで容易に実装でき、キャリブレーションが不要であるといったメリットがある。HCI 分野においては、Yu らの Clip-on Gadgets[9] や Jansen らの Tangible Remote Controller[5] など数多くの研究にて活用されている。本研究では著者らがこれまでに提案してきた導電性インクを用いた「印刷」によって作成したタッチパネルを拡張するインタフェースを適用しているため、同様に印刷物である厚紙性のパッケージとの親和性が高い。また連動して使用できるアプリケーションも Web アプリとしての配信が可能であり、パッケージ上に QR コードを印刷するなどによって手軽に使用することができると考えている。

4.3 メイク支援システム

メイク支援に関する研究として、河内らはカメラ映像をディスプレイに映し、鏡のように使用してコンピュータによるリアルタイムなメイク支援を行うシステムを提案している [16]。また岩渕らも同様にカメラから取得した映像を用いた化粧鏡を提案している [12]。岩渕らは、ズーム、反転鏡による鏡像反転映像、照明、粧品のログ機能などを持つ支援システムを実現している。その他、化粧を楽しく演出する効果を提示する試みとして、Brilliant Mirror^{*15}がある。このインストールでは、鏡の前で化粧をすると、それに合わせてキラキラとした光のエフェクトが鏡の中に現れる。

Guo らはコンピュータ上でのメイクシミュレーションシステムを提案している [3]。プロがメイクを施した顔写真から抽出されたメイク部分を、メイクの施されていない顔写真に合成することで、メイクのシミュレーションを行っている。Huang らはメイクを施したリアルな肌の質感の表現の実現を目的としたレンダリング手法を提案している [4]。中川らは、一般ユーザが化粧を行う際に参考にしやすい化粧情報を手軽に取得・共有するシステムを提案した [6]。これにより化粧の完成イメージしやすくし、化粧のバリエーションの増加を支援を行っている。

ネイルアートに関する研究として、青島らはユーザ自身だけでなく他者視点、あるいは同性や異性からも好まれるネイルアートの作成支援システムの開発を目指し、デザインの印象評価実験を行っている [11]。また、YouCam ネイル^{*16}や NailCanvasLite -3D ネイルシミュレータ^{*17}など、既に一般に配信されているアプリケーションも存在している。これらのアプリケーションは、いずれも画面上の爪に色の変更や装飾の配置することでネイルを試すものであ

^{*13} Kirari! for Mobile:

<http://www.ntt.co.jp/news2016/1604/160419a.html>

^{*14} 「渡月橋 ～君 想ふ～」【京都盤: CD + 「Kirari ! for Mobile」キット】: <http://www.maikuraki.com/information/index.html#entry170906>

^{*15} Brilliant Mirror:

<https://www.youtube.com/watch?v=TQ9Bflsot3Q>

^{*16} YouCam ネイル: <https://android.app-liv.jp/002610268/>

^{*17} NailCanvasLite: <https://app-liv.jp/505846835/>

た。本研究で示したネイルアート支援システムはこれらとは異なり、実際の自分の手の上にネイルアート画像を重畳することができるため、よりイメージがしやすくなり、自分の手や爪の形状などの特徴に似合うデザインかを吟味できると考えられる。

5. まとめ

本研究では既存研究 ExtensionSticker 技術を用いた、外部からのタッチ操作を可能とするインタラクティブなパッケージを提案した。また化粧品の販売に使用するパッケージへの適用を想定し「インタラクティブな鏡台パッケージ」, 「透過スクリーンを用いたネイルアートプレビューパッケージ」の2種類の化粧品向けパッケージを開発した。これらは一般的な化粧品のパッケージとして使用することができる。また提案したインタラクティブパッケージを活用したアプリケーションによるメイク支援システム, ネイルアート支援システムを実装した。これにより, 物理的にスマートフォンを触れない状況だけでなく, 手が汚れていて直接触りたくない状況, 手がふさがっていて操作が難しいなどの状況においても, パッケージ上でのタッチ入力によって端末を汚すことなく操作することが可能となった。

謝辞

本研究は朝日印刷株式会社と共同で研究開発を行ったものである。

参考文献

- [1] Baudisch,P., and Chu,G. Back-of-Device Interaction Allows Creating Very Small Touch Devices. In *Proc.of CHI'09*, pp.1923-1932, (2009).
- [2] Butler,A., Izad,S., and Hodges,S. SideSight: Multi-“touch” Interaction Around Small Devices, In *Proc. of UIST'08*, pp.201-204, (2008).
- [3] Guo,D., and Sim,T. Digital face makeup by example. In *Proc. of IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, pp.73-79, (2009).
- [4] Huang,C.-G., Lin,W.-C., Huang,T.-S., and Chuang,J.-H. Physically-based Cosmetic Rendering. In *Proc. of CASA'13*, pp.275-283, (2013).
- [5] Jansen,Y., Dragicevic,P., and Fekete,J.-D. Tangible Remote Controllers for Wall-size Displays. In *Proc. of CHI'12*, pp.2865-2874, (2012).
- [6] Nakagawa,M., Tsukada,K., and Sio,I. Smart Makeup System: Supporting Makeup Using Lifelog Sharing. In *Proceedings of the 13th International Conference on Ubiquitous Computing (UbiComp' 11)*, pp.483-484, (2011).
- [7] Savage,V., Zhang,X., and Hartmann,B. Midas: Fabricating Custom Capacitive Touch Sensors to Prototype Interactive Objects, In *Proc. of UIST'12*, pp.579-588, (2012).
- [8] Smus,B., and Riederer,C. Magnetic Input for Mobile Virtual Reality, In *Proc. of ISWC '15*, pp.43-44, (2015).
- [9] Yu,N.-H., Tsai,S.-S., Hsiao,I.-C., Tsai,D.-J., Lee,M.-H., Chen,Y.M., and Hung,Y.-P. Clip-on Gadgets: Expanding Multi-touch Interaction Area with Unpowered Tactile Controls. In *Proc. of UIST'11*, pp.367-372, (2011).
- [10] Zhao,C., Chen,K.-Y., Aumi,M.T.I., Patel,S., and Reynolds,M.S. SideSwipe: Detecting In-air Gestures Around Mobile Devices Using Actual GSM Signals. In *Proc. of UIST'14*, pp.527-534, (2014).
- [11] 青島 さやか, 宮下 芳明. フレンチネイルにおける多者視線からの印象評価. 第9回 NICOGRAPH 春季大会予稿集, (2010).
- [12] 岩瀬 絵里子, 椎尾 一郎. 電脳化粧鏡: メイクアップを支援する電子鏡台. 第16回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ論文集 (WISS' 08), pp.45-50, (2008).
- [13] 加藤 邦拓, 宮下 芳明. 紙窓: カード内領域を独立したタッチパネルディスプレイのように扱うインタフェース. ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.17, No.3, pp.245-254, (2015).
- [14] 加藤 邦拓, 宮下 芳明. ExtensionSticker: タッチパネルを拡張するインタフェース. ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.18, No.1, pp.9-18, (2016).
- [15] 加藤 邦拓, 宮下 芳明. なでて操作するカードボード HMD. 第23回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ論文集 (WISS'15), pp.13-18, (2015).
- [16] 河内 春奈, 井上 亮文, 市村 哲. リアルタイムに部分メイクを支援する電子化粧鏡の研究. 情報処理学会全国大会講演論文集, pp.4.201-4.202, (2007).
- [17] 巻口 誉宗, 新島 有信, 高田 英明, 松井 龍也, 藪本 康之, 横山 正典. スマートフォンで利用可能な小型多層空中像投影装置の提案. 情報処理学会インタラクティブ 2016 論文集, pp.150-157, (2016).