

手芸初心者を対象とした猫用ケープの制作支援システム

栗原 彩花* 五十嵐 悠紀*

概要. 本稿では猫用ケープのデザインと制作を支援するシステムを提案する。提案システムでは猫用ケープの基本形となる型紙を元に、パーツの組み合わせを選択することでデザインを行う。外部のペイントソフトとの連携をする機能も用意することで詳細なデザインを実現可能とした。また、猫の大きさと種類を入力することで作成したデザインの型紙を出力し実際に制作支援も行った。

1 はじめに

近年はストレス社会であり、日々の生活に癒しを求めため、ペットを飼う家庭が増加している。これによりペット用品やペットとの体験を提供するサービスの需要が増えてきた。ヒューマンコンピュータインタラクションの業界でもペットを対象とした研究[1, 2]が増えている。

そこで我々はペット服に注目した。従来のペット服は主に皮膚保護や温度調節を目的としたシンプルなデザインがほとんどだったが、昨今では子ども服のようにオシャレやコスプレ用のペット服の需要が増えてきている。犬を対象とした Ilio[3]や Dog Dept[4]ではペット服を店舗で試着できるサービスを行っており、ペットの体格に合った服を購入することが出来るようになってきている。通販でも購入したペット服のサイズが合わない場合に返品が行えるなど近年ではペット服を対象としたサービスも充実してきた。その一方でペット服は体格や着脱のしやすさ、快適さ等を考慮した形状でなくてはならないためオリジナルで制作するのは手芸初心者にとって困難であると言える。また、猫用の衣服を対象とした書籍は少なく、手芸初心者の制作活動を困難にしている。そこで本システムでは猫を対象に初心者でも簡単に制作できるケープ型のペット服に注目した。

本稿では具体的に猫を対象としてケープ型の服のデザイン・制作支援システムを提案する。システムではユーザが襟やバイアステープといったパーツの組み合わせと柄を選択することで容易にデザインを作成できる。外部のペイントソフトとの連携を行う機能も付加したことで詳細なデザインを作成することも可能とした。また、システムではユーザが入力したペットの大きさや種類といった情報から、デザ

インしたペット服の大きさを調整し型紙を自動生成する。これにより出力された型紙を使うことで思い通りの大きさを制作することができる。加えて、デザインに対して縫製予測時間を表示することで縫製時間を考慮したデザイン作成も可能とした。本システムでの対象ユーザは、ペット服をデザインしたことがない初心者とし、3次元モデリングの知識がなくともデザインを行えるシステムを目指した。

2 関連研究

ペットを対象とした研究である Cat@Log[1]ではGPS やカメラを搭載した猫用のウェアラブルセンシングデバイスを検討し、猫の行動分析とネットワークサービスとの連携を行うことで Human Pet Interaction という新しい分野を開拓した。わんテーブル[2]では人の食事という行為を、匂いを用いて犬と共有する体験を提案している。

人間の衣服を対象とした関連研究としては衣服の外形をスケッチすることで3次元形状を推定し3次元モデルに衣服を着せる手法[5]が提案されている。この手法ではスケッチインタフェースでモデリングが行えることでモデリング初心者による衣服デザインを支援した。さらに、2次元の型紙と3次元シミュレーション間の双方向編集を可能とするインタラクティブな衣服デザインツール[6]ではユーザが直感的な衣服デザインを行うことを可能とした。

また、3次元モデルのキャラクターへの着衣を対象とした研究[7]では、キャラクターの3次元モデルと型紙の両方に対となるストロークを描くというインタフェースの提案でキャラクターの着衣を実現させた。異なるキャラクター間での衣服モデルの転写についても研究されている。体型の異なる3次元モデル間で同じ衣服モデルの着衣を自動で可能とするアルゴリズムを提案した研究[8]ではユーザの作業時間の効率化を図ることが出来た。加えて、文献[9]では動物用の衣服など種族や姿勢が違うモデル間に

Copyright is held by the author(s).

* 明治大学総合数理学部

においても衣服モデルの転写を可能にした。今後、本研究でもユーザがデザインした服での動きやすさを担保するために前述の研究のアルゴリズムを利用したシミュレーションを行いたい。

犬用の服制作の書籍[10]では型紙の基本の形を変更せずに布の種類やパーツの組み合わせでデザインを作成する手法が見られる。本システムのデザイン作成もこの手法を参考にした。通常、自作でケープ型のペット服を制作するには襟付きケープ型のペット服製作手順を説明した書籍[11]やハンドメイドを行っている個人の Web サイトを参考に体格に合った型紙を作図し、製作する。手芸初心者にとって一番困難であるのはペットに合った型紙制作であり、本システムでは型紙出力まで行うことでデザイン支援に加えて制作支援とした。-

また、猫の首輪制作の書籍[12]では布地や毛量の違いを考慮し、布地の長さ（首回り）を変えることでのデザインのバリエーションについて述べ、短毛種の首輪よりも幅を広くとることで長毛種に似合うデザインとなることを解説している。本システムでも長毛種の型紙計算の参考とした。

制作支援の関連研究として Pillow[13]を紹介する。Pillow では、読み込んだ 3 次元モデルにユーザが縫い目をデザインすることで型紙を出力し、物理シミュレーションを適用することでその型紙を縫い合わせたときにできる立体形状をあらかじめユーザに提示し、より良い型紙の制作を支援した。また、Pillow では縫い目の長さから縫製時間の推定も行いユーザの制作を支援している。本システムの縫製時間の推定では Pillow[13]のアルゴリズムを利用した。

3 提案システム

猫用ケープのデザイン作成支援と制作支援を行うソフトウェアを Unity 2019.3.13f1 と Processing3.5.4 を用いて制作した。以下でデザイン作成を行うデザインエディタと型紙を自動生成する型紙生成エディタについて述べる。

3.1 デザインエディタ

本システムのデザインエディタでは、主に 3 次元モデルの組み合わせをユーザが入力することでデザイン作成を行う。エディタ作成を行うにあたって猫の 3 次元モデルとして Free3D 内のモデル[14]を使用した。このモデルの著作権は制作者に帰属する。

システム初期画面から start ボタンを押すことで型紙を制作するために必要な情報の入力画面(図 1)が表示される。ケープの入力画面ではユーザは猫の首回りの大きさと丈の長さ、毛の長さ(猫種)を入力する。完了ボタンを押すことで図 2 のデザイン作成画面となる。



図 1 情報入力画面

図 2 の右上のボタンからタブを切り替え、デザイン作成を行う。また左下部のボタンにより猫のモデルの向きを横、前、斜めに変更できる仕様となっている。モデリングの知識がないユーザにとって 3 次元モデリングの回転は煩雑であるため、モデルの向きを手軽に変更できるボタンインターフェースとした。

ケープのタブではケープの布の柄を選択できる。柄のプリセットが全部で 16 種あり、更にプラスボタンで新しい布画像の取り込みも行える仕様とした。加えて、画面右下の Advanced ボタンから図 3 の画面に遷移する。ここでは open ボタンでケープの UV 画像を外部のペイントソフトで開くことができる。外部のペイントソフトではユーザがスタンプ機能やパターンブラシ機能を使用し、レースやワッペン等のデザインをケープ布に追加することを想定している。外部のペイントソフトで UV 画像を上書き保存することでデザインエディタに反映させる。

フチのタブ(図 4)では、ケープのフチ部分にファーやバイアステープを使用するデザインを作成できる。チェックボタンで使用したいモデルを選択し、下のスクロールバーで柄を決定する。

襟のタブでは襟を付けるかをチェックボタンで決定し、スクロールバー内の 9 個のボタンで襟の布の柄を決定することが出来る。



図 2 デザイン制作画面

手芸初心者を対象とした猫用ケープの制作支援システム

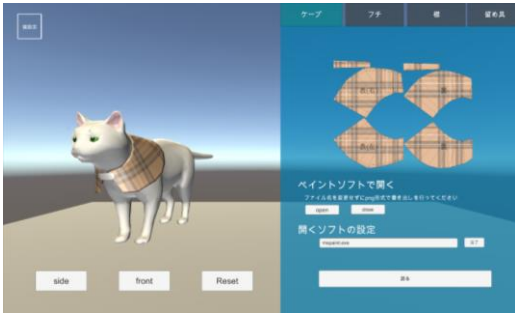


図3 Advanced画面

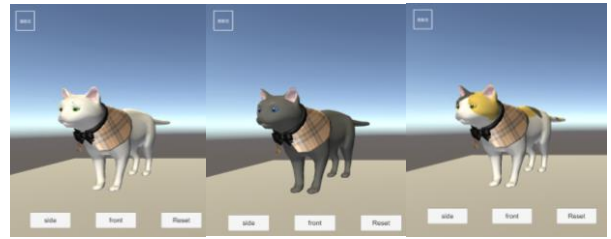


図6 猫の設定例 (白・黒・三毛)

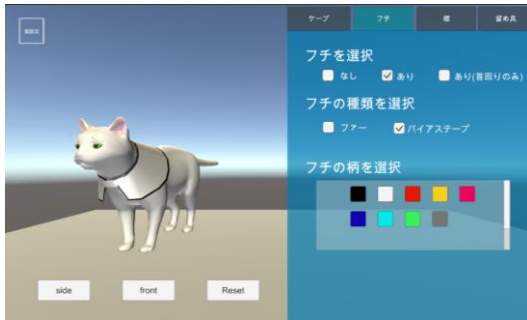


図4 フチ選択画面



図5 留め具のタブ

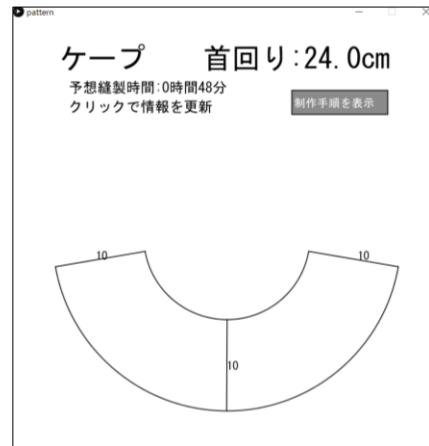
留め具のタブ (図5) ではケープを留める素材の選択を行う。ユーザはマジックテープを使った留め具 (ベルト) とリボンのどちらかの選択を行い、スクロールバー内のボタンから柄を決定する。ベルトを選択した場合、ケープの布同様に Advanced ボタンで外部アプリを利用した詳細なデザイン作成を行うことが出来る仕様とした。

また図2の左上の猫設定ボタンを押すことで猫の3次元モデルの設定を行える仕様とした。ここでは猫の3次元モデルの設定として柄と目の色を変更することができる。柄は白・黒・グレー・茶トラ・三毛の5種と目の色は青・緑・黄・橙の4種類から選択できる。この機能で制作前にシミュレーション結果を提示することにより、ユーザがデザインした服が猫に似合うかどうかの検討を可能とした。設定例を図6に示す。

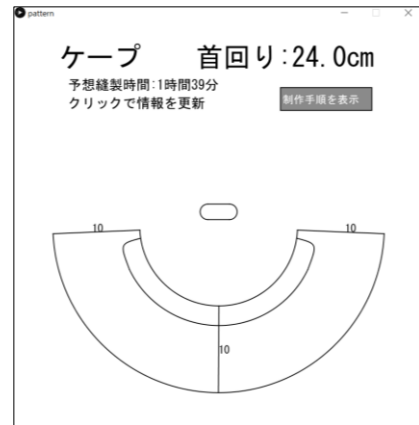
3.2 型紙生成エディタ

型紙生成エディタでは、デザインエディタで入力したデータとデザインを基に型紙をシステムが生成する。ユーザが縫製時間を考慮したデザイン作成を可能とするため予想縫製時間の表示 (図7) も行う。

デザインエディタで首回り・猫種を入力し終えたのちに型紙生成エディタの画面をクリックすることで情報が更新され、現在のデザインに合わせた型紙と予想縫製時間が出力される。さらに右上の制作手順表示のボタンを押すことで現在のデザインに対応した制作手順の表示 (図8) がされる仕様とした。



(a) 短毛種



(b) 長毛種, 襟・留め具あり

図7 型紙出力例

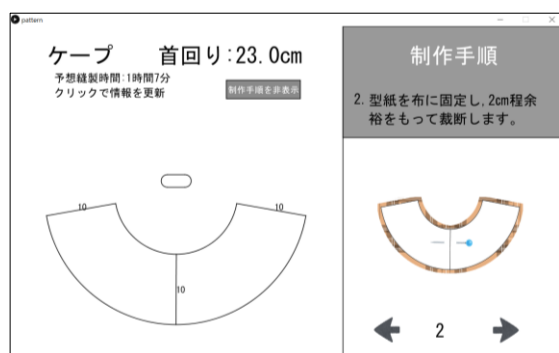


図 8 制作手順表示例

4 アルゴリズム

4.1 型紙生成のアルゴリズム

型紙は、入力した首回りのサイズ N 、丈の長さ、毛の長さ（種類）といった情報から導出された値を基に制作している。

短毛種の場合は円弧の開き角度 θ_{short} を 160° とし、式 1 を用いて内円の直径 D_{short} を導出している。ケープの首回りにゆとりを持たせるため式 1 では 1 cm の加算を行っている。円弧の開きの角度は猫用のエリザベスカラー¹の角度を参考にした。また、外円の直径は内円に 2 倍した丈の長さを加算することで導出できる。

$$D_{\text{short}} = \frac{360}{\theta_{\text{short}}\pi} N + 1 \quad \dots (式 1)$$

長毛種の場合は短毛種よりもゆとりを持たせるため円弧の開き角度 θ_{long} を 175° とし、式 2 で内円の直径 D_{long} を導出している。式 2 では毛の長さを考慮し、出来上がりサイズにゆとりを持たせるため 2.5 cm の加算を行っている。また、外円の直径は短毛種と同様に 2 倍した丈の長さを加算することで導出できる。

$$D_{\text{long}} = \frac{360}{\theta_{\text{long}}\pi} N + 2.5 \quad \dots (式 2)$$

襟部分の型紙では丈の長さに対して襟の長さを割合でユーザが任意に設定できるようになっている。初期設定として襟の長さを丈の長さの 23% と設定し、襟の外円の直径を導出した。加えて襟の円弧の開き角度では留め具の見えやすさを考慮し短毛種の場合は 148° 、長毛種の場合は 163° と設定し描画を行っている。

4.2 縫製時間の推定

縫製時間の推定には、Pillow[13]での導出式(式 3)を用いた。この式では推定縫製時間(C_{sew})、単位あたりの縫製にかかる時間(W_{sew})、縫製する長さ(L_{seam})、

玉留めにかかる時間(W_{knot})、玉留めの個数(M_{knot})としている。

$$C_{\text{sew}} = W_{\text{sew}}L_{\text{seam}} + W_{\text{knot}}M_{\text{knot}} \dots (式 3)$$

本システムではユーザが縫う長さを型紙の外周の長さとし、縫製時間の推定を導出している。推定を行うにあたって、Pillow[13]での実験で推定された $W_{\text{sew}}=22\text{s/cm}$ 、 $W_{\text{knot}}=80\text{s/knot}$ の数値を利用した。ケープでは辺ごとにユーザが縫製することを想定し、玉留めの個数を 8 個と設定した。縫製する長さは式 1 で導出した内円と外円の直径と円弧の開きの角度、丈の長さから算出した。

襟は玉留め個数を 4 個と想定した。ケープと同様に内円と外周の直径、円弧の開きの角度から算出することで縫製する長さを近似した。

留め具の場合はマジックテープを取り付けることを考慮し玉留め個数を 8 個とした。

加えて、バイアステープを使用したパーツはユーザの縫製の速度が遅くなることを考慮し、 $W_{\text{sew}}=33\text{s/cm}$ とした。また、玉留めの個数と縫製の長さも通常の 2 倍とすることでバイアステープを使用した際の制作時間の推定を行った。

縫製推定時間は秒で計算しているが、実際に縫う際には個人差も大きいと、切り上げて分までの表示とした。Pillow[13]では手縫いでの縫製時間であるため、本システムでも手縫いでの指標となっている。そのため、ミシンを使用して縫製する場合などは縫製時間が変わってくると考えられる。

5 結果

実際に本システムを用いてデザイン作成とケープ制作を行った。作成したデザイン例を図 9 に示す。図 9 のデザイン作成に用いた時間は(a)約 25 分、(b)約 10 分、(c)約 3 分である。(c)のようにプリセットでデザインを行う場合は容易にデザイン作成を行うことが出来ると分かった。さらに型紙生成エディタの予想縫製時間の表示によりデザインを行う際に襟をつけるかつかないかといった比較によってどのくらい縫製時間が変わってくるかなどについてデザイン段階で検討できるメリットがあった。その一方で外部アプリを用いたデザイン作成を行う際の所要時間が長いと、外部連携を行う Advanced タブのインタフェースを検討する必要があると考えられる。

また、型紙生成エディタを利用し、実際にケープを制作した。図 9(a)のデザインの制作例を図 10 に、図 9(b)のデザインの制作例を図 11 に示す。それぞれの予想縫製時間および実際の縫製時間を表 1 に示す。図 10 の予想縫製時間は 2 時間 40 分と提示され

¹ 手術などによる外傷を持った動物が、傷口をなめることを防ぐ為の円錐台形状の保護具

手芸初心者を対象とした猫用ケープの制作支援システム

て実際の縫製には約 3 時間 10 分かかった。また、図 11 の予想縫製時間には 2 時間 26 分と提示されて実際の縫製には約 2 時間 40 分かかった。

図 10 の予想縫製時間との差はケープに装飾としてリボンを付けたこととマジックテープが縫いにくい素材であったことが主な原因として考えられる。加えて図 11 の予想制作時間との差は布の素材と個人の縫うスピードが影響であると考えられる。実際の縫製にかかった時間が予想提示時間の 1.19 倍、1.1 倍となっており、システムで縫製時間が長くかかると表示されたほうが実際にも時間がかかっていることから、同じ人が作る時に図 9(a)のデザインのほうが図 9(b)のデザインよりも制作時間がかかるといった比較には使えると考える。

今後、システムを改良するにあたり素材を考慮した縫製時間の推定が必要である。また、縫製時間以外の時間である型紙印刷に時間がかかった。制作時間の短縮のために型紙生成エディタに印刷倍率の表示や制作手順の提示といったインターフェース改善を行い、再度制作時間を比較する必要がある。

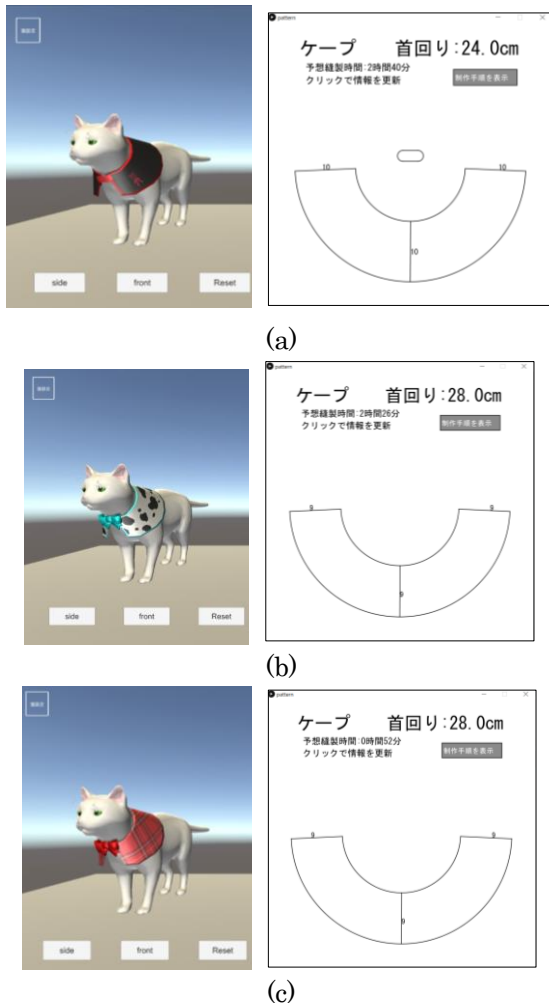


図 9 デザインシミュレーション例

表 1. 予想縫製時間と実際の縫製時間

デザインと制作物	予想縫製時間 (t)	実際の縫製時間 (T)	縫製時間のずれ (T/t)
図 9(a) 図 10	2 時間 40 分	3 時間 10 分	1.19
図 9(b) 図 11	2 時間 26 分	2 時間 40 分	1.10



図 10 ケープ制作例 1 (図 9(a)を制作)



図 11 ケープ制作例 2 (図 9(b)を制作)

6 まとめと今後の課題

本稿では猫を対象としたペット服のデザイン・制作支援を行うシステムを提案した。ペット服の中でも具体的にケープ型の服に特化したシステムを提案した。提案システムを使うことでさまざまな組み合わせのケープデザインを事前に試すことができ、ペット服をデザインしたことがないユーザでも手軽にデザイン・制作できる可能性を示した。

今後は、ワンピースのような複雑な形状をした服でのシステム構築を目指す。その際にデザインエディタでは衣服モデルの転写アルゴリズム[6]を組み込み、猫の姿勢が変わった時に作成したデザインが動きを制限していないかシミュレーションを行う。更に、生地の種類を考慮した物理シミュレーター[15]と AR 機能を導入することで猫に完成した衣服を着させた時とデザイン作成時のイメージの差異を減らす支援も行いたい。ポーチのデザイン・制作支援システム[16]では、透過イラストを用いながら、ユーザ自身が選んだ生地のテクスチャを使った制作手順提示を実現している。今後こういった手順提示を組み込むことで制作の過程をより便利にわかりやすく提示できる可能性も考えられる。

さらに、本システムでは猫を対象としたが、ペッ

トにはウサギやハムスターなどさまざまな種類がいるため、多くの種類に対応できるようにシステム拡張を行っていきたい。

参考文献

- [1] 米澤香子, 味八木崇, 暦本純一. 「Cat@Log: Human Pet Interaction のための猫ウェアラブルセンシング」第17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(WISS2009), pp.47-52, 2009.
- [2] 星野瑠海, 橋田朋子. 「わんテーブル:犬と人が食体験を共有するための匂い伝送システム」, 2020.
- [3] Ilio. <http://ilio.ir.shopserve.jp/index.htm>, (参照 2020-11-06)
- [4] DOG DEPT. <https://www.dogdept.com/>, (参照 2020-11-06)
- [5] Cody Robson, Ron Maharik, Alla Sheffer, Nathan Carr. 「Context-Aware Garment Modeling from Sketches」Computers and Graphics (Proc. SMI 2011), pp.604-613, 2011.
- [6] Nobuyuki Umetani, Danny M. Kaufman, Takeo Igarashi, Eitan Grinspun. 「Sensitive Couture for Interactive Garment Editing and Modeling」ACM Transactions on Graphics (SIGGRAPH 2011), Article No.90, pp.1-12, 2011.
- [7] Takeo Igarashi, John F. Hughes. 「Clothing Manipulation」15th Annual Symposium on User Interface Software and Technology, ACM UIST'02, Paris, France, October 27-30, 2002, pp.91-100.
- [8] Remi Brouet Alla Sheffer Laurence Boissieucx, Marie-Paule Cani, 「Design Preserving Garment Transfer」ACM Transactions on Graphics, July 2012, Article No.36.
- [9] Fumiya Narita, Shunsuke Saito, Tsukasa Fukusato, Shigeo Morishima. 「Quasi-Developable Garment Transfer for Animals」SIGGRAPH Asia 2017 Technical Briefs, November 2017, Article No.26, pp.1-4, 2017.
- [10] 辻岡ビギー:ピボン, 小林光枝:ピボン. 「着せるとカワイイ 平らなワンコ服 30着」学校法人文化学園 文化出版局, pp.6-9, 2019.
- [11] 高橋ひとみ(編). 「改訂版 作ってあげたい! かわいいワンコ服&こもの」, 株式会社ブティック社, pp.6-7, pp.63, 2008.
- [12] 西イヅミ. 「作ってあげたい 猫の首輪」株式会社河出書房新社, pp.6, 2010-06-30.
- [13] Yuki Igarashi, Takeo Igarashi. 「Pillow: Interactive Flattening of a 3D Model for Plush Toy Design」SmartGraphics 2008, LNCS 5166, pp. 1-7, 2008.
- [14] Snippysnappets. 「Low Poly Cat 3D モデル」Free3D. <https://free3d.com/3d-model/low-poly-cat-46138.html>, (参照 2020-09-28)
- [15] Marvelous Designer. <https://www.marvelousdesigner.com/>, (参照 2020-11-07).
- [16] 池田優希, 五十嵐悠紀. 「ポーチを対象とした型紙デザイン支援及び製作支援システム」画像電子学会論文誌 第48巻 第4号(通巻250号)pp.521-525,2019.

未来ビジョン

近年では工場で稼働するロボットだけではなく、福祉の現場や家庭でもロボットの活躍が期待されている。そのため様々な用途に適した様々な形状のロボットの開発が予想される。そうした状況下でロボットの親密性を向上させるためにロボット用の服を作成することも考えられる。また自作することで親密性をより増すこともできるかもしれない。

一方で多様な外観のロボットが普及しており、それに対応する服デザインも簡単ではない。さまざまな動き、防水の必要性、可動域、脱着のしやすさ、など制約を考慮した服デザインは簡単ではない。さまざまな形状や用途に対応できる服デザインにおいて支援システ

ムの発展が期待されていると考える。

また、制作の現場ではオリジナリティを追求できる機会も増えてきた。例えば、家庭用インクジェットプリンターで出力できる布が販売されていたり、個人がオリジナルデザインで生地作りをできるサービスも普及している。さらに、アニメやゲーム等のコンテンツの影響により一般の人でもペインソフトを所持していることも増えている。こういった背景から、これからのものづくりでは今までは素材とされてきた布の柄のデザインから行うようになることが予想できる。そのような世の中になったときに、外部ペイントソフトとの連携のインタフェースがデザインシミュレーションを行うシステムにとって大事な要素となっていくだろう。