情報処理学会論文誌　Vol.55　No.4　1246–1255 (Apr. 2014)

CADo：身近な花材を利用した生け花支援システム

横窪 安奈[1,a)]　椎尾 一郎[1,b)]

受付日 2013年6月21日, 採録日 2014年1月8日

概要：日常生活に花を取り入れることは，心を豊かにする．日本では，花を多様な材料と組み合わせて構成し鑑賞する芸術として華道があり，同様の生け花は海外でも幅広く好まれている．しかし，一般的には華道は親しみにくい存在であり，生け花に取り組むまでに敷居が高いのが現状である．そこで本研究では，手元の花材から，生け花のレイアウトをシミュレーションし，生ける手順をユーザに提示することで，誰でも簡単に生け花を作成できる，生け花支援システム CADo（きゃどう）を提案し実装した．CADo のシミュレーションでは，華道の法則である「たてるかたち」,「かたむけるかたち」,「集中的な構成」の 3 種の形に対して華道アルゴリズムを構築し，適用した．そして，CADo のユーザビリティおよび有用性を確認するために，ヨーロッパ圏の女性を対象とした評価実験を行った．

キーワード：華道，ユーザインタフェース，感性評価

CADo: Supporting System for Flower Arrangement

Anna Yokokubo[1,a)]　Itiro Siio[1,b)]

Received: June 21, 2013, Accepted: January 8, 2014

Abstract: Flower arrangement is enjoyed all over the world as a way of gardening and in decoration of rooms. However, it is difficult for novices to achieve beautiful arrangements. To solve these problems, we propose a computer-supported flower arrangement simulator, “CADo”, which helps beginners enjoy flower arrangements using familiar materials. CADo helps users with arrangement suggestions based on traditional layout and color combination of flower arrangement, and instructs users on how to cut flowers and to arrange them step by step. First, we performed a feasibility study to implement the proper rules of flower arrangement to our system, after which the system was built and developed. Finally, we verified the effectiveness of our system through evaluative experiment.

Keywords: Flower arrangement, User Interface, Sensibility evaluation

1. はじめに

華道は日本の代表的な伝統芸能の 1 つである．華道は，長年親しまれており海外でも幅広く好まれている．しかし，華道の技能習得には，熟達者が初心者に繰り返し「型」を示すことで，体験的に学んでいく必要があり，長い年月，費用，そして指導者が必要不可欠である [1]．このことから，一般的に華道は敷居が高く，簡単には取り組めないと認識されている．

華道初心者が美しく花を生けるためには，生け花の配置や配色のルールを知る必要がある [2]．また，花材を用意する必要があるが，花の種類や色も多様であるため，華道初心者は，どの花を選んでよいか分からず混乱してしまうことも多い．これらの問題を解決するために，ユーザの手元にある花材を用いて，誰でも簡単に生け花体験が可能になることを目的とした，生け花支援システム CADo（きゃどう）を提案・実装し，評価実験を行った．

2. 関連研究

生け花に関連した研究として，ここでは「植物のモデリング」と「生け花のデザイン支援」の 2 つの研究を紹介する．

1　お茶の水女子大学
Ochanomizu University, Bunkyo, Tokyo 112–8610, Japan
a)　anna.yokokubo@is.ocha.ac.jp
b)　siio@acm.org

© 2014 Information Processing Society of Japan

2.1　植物のモデリング

植物のモデリングは，1990 年頃からさかんに研究されている分野である．Prusinkiewicz らが執筆した「The Algorithmic Beauty of Plants」は，L-system という文法で植物の分岐構造をモデリングする手法を紹介した最初の本である [3]．Prusinkiewicz らは，上述した手法に，軸に沿った parameter 表現を加えることで，繊細な曲線・曲面・分岐の分布などを表現できるようにし，植物をより自然に近い形にモデリングすることを可能にした [3]．また，Ijiri らは，スケッチで花の三次元モデルをデザインする手法 [4] とユーザのストロークに沿って，既存の植物のパーツや花がコピーされる手法 [5] を提案した．これらは生け花のデザインのシミュレーションとして応用可能である．

これらは，植物を CG で生成するための研究である．本システムでは，ユーザの手元に置かれた実物の花を，美しく生けるための手段を提供する．

2.2　生け花のデザイン支援

生け花のデザイン支援の研究はまだ浅く，取り組んでいる研究が少ないのが現状である．

Mukai らは，2 種類の PC を用いて生け花のトレーニング・システムを開発した [6]．しかし，上述したシステムの花材はシステムが事前に用意したものであるため，ユーザが実際に使用する花材に対応していない．そのため，実際の生け花の支援ではなく，生け花のシミュレーションにとどまる．本システムでは，ユーザが手元にある花材を利用するため，実際の生け花のプロセスに即した作業支援システムを対象としている．

3.　生け花支援システム CADo

生け花支援システム CADo は，すでに手元に花材を持っているユーザの生け花作支援を行うタブレットコンピュータ[*1]向けアプリケーション[*2]である．CADo は，タブレットコンピュータ内蔵カメラでユーザが撮影した花材の写真から，華道の配置や配色の規則に準じた生け花案を複数生成し，そのデザインを提示する．このスクリーンショットを**図 1** に示す．

また，それぞれの生け花を実現するためには，実際の花材を切り，花器に花材を挿入する手順がある．生け花の作業の中でも，花材の茎を短く切る作業は，一度行うと後戻りできない非可逆な作業である．そこで CADo は，仕上がりをシミュレーション表示し，切るべき長さを具体的に提示することで，未経験者であっても華道のルールに従った整った生け花を失敗なく作り出すことができる．

*1 Motorola XOOM. OS は Android 3.0．500 万画素数のカメラと 10.1 インチ（1,280 × 800 ドット）静電容量式タッチパネルを備えている．

*2 Flash Builder 4.5 により Adobe Mobile Project（Air アプリ）として実装した．

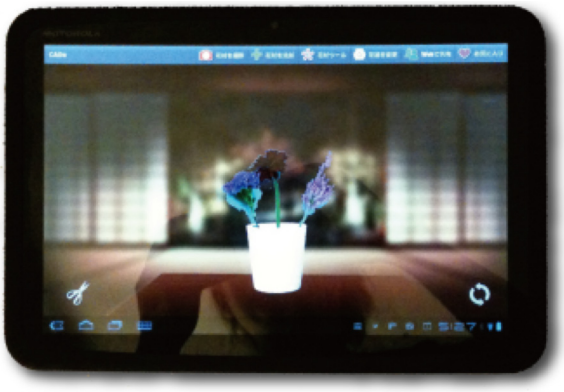


図 1　CADo の画面イメージ
Fig. 1　Screen image of CADo.

3.1　ユーザと利用状況

CADo の利用者は，華道の知識のない初心者を想定している．また，ユーザの手元に生け花の花材や素材がすでにある状況を前提としている．

華道に関わりを持たない初心者であっても，記念日やパーティなどで人から花束を受け取る機会があり，そのような場面で整った生け花にしたいと考える場面は多い．また，庭の花などの身近な場所で花材を見つけて，生け花にしたいと考えることもある．

本システムにより，華道のルールに従った生け花ができるようになれば，花だけでなく，雑草や日用品（たとえば猫じゃらしや歯ブラシ）なども生け花の花材として使用可能になる．また，部屋を飾る斬新なインテリアを求めている人々も，本システムのユーザと想定している．

3.2　利用手順

CADo の利用手順は，花材を撮影・花材を花材リストに追加・自動シミュレーションをした後に，シミュレーション画面を見ながら実際に花を生けるまでの 4 ステップからなる．この一連の流れを**図 2** に示し，手順の詳細を述べる．

(1) 花材を撮影
ユーザは白い机上に手持ちの花材を置き，CADo がインストールされているタブレットコンピュータで花材を撮影する．

(2) 花材を花材リストに登録
撮影した画像から，使用する花材を選択し，花材リストに登録する．花材リストに登録するためには，花材の全体部を指定した後，切り出した花材に対して，背景明度レベルを調整し，1 つの花冠の領域と 1 つの茎の領域を指定する必要がある．複数の花材を同時に撮影した場合は，花材リストに追加するまでの一連の操作を 1 花材ずつ行う．切り抜き処理は手動の作業であるが，タッチパネル上での直接的な作業であるため，比較的平易である．

© 2014 Information Processing Society of Japan

図 2　CADo の利用手順
Fig. 2　Flower arrangement process with CADo.

図 3　花材全体部を指定
Fig. 3　Segmentation of a whole flower region.

(a) 花材全体部の指定
撮影した写真の中から花材を 1 つ選択し，花材全体部の輪郭に沿った大まかな曲線を指で描いて指定する．これを**図 3** に示す．

(b) 背景明度レベルの調整
花材の全体部を指定した画像に対して，背景明度レベルをスライダで調整し，花材を切り出す範囲を指定する．

(c) 花冠領域の指定
花材の全体部の中から，花冠の輪郭に沿った大まかな曲線を指で描いて指定する．これにより花の色と大きさの情報をシステム側で保持する．また，花冠として指定した部分は，シミュレーション生成時に変形・切断することは不可能である．これを**図 4** に示す．

(d) 茎領域の指定
花材の全体部の中から，茎に添った曲線を指で引いて指定する．これにより茎の長さの情報をシステム側で保持する．また，茎として指定した部分は，シミュレーション生成時に変形・切断することが可能である．これを**図 5** に示す．

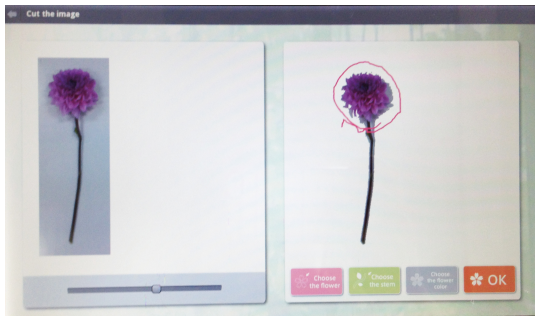


図 4　花領域を指定
Fig. 4　Segmentation of a corolla region.

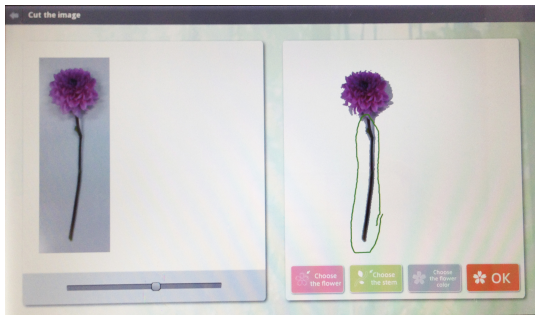


図 5　茎領域を指定
Fig. 5　Segmentation of a stem region.

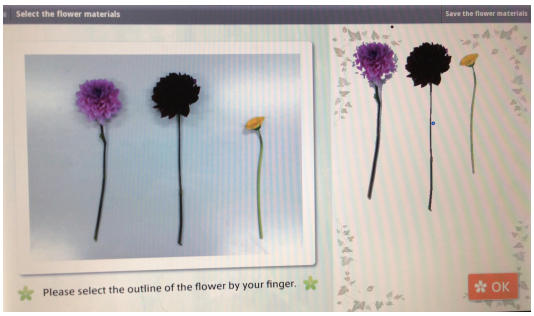


図 6　花材リストを確認
Fig. 6　A list of stored flower materials.

(e) 花材リストの確認
花冠領域と茎領域，花冠の色の指定を終えた後，OK ボタンを押すと，花材を撮影した画面の右側に，登録した花材が表示される．これを**図 6** に示す．

(3) 自動シミュレーション
CADo で使用するすべての花材を花材リストに登録した後，画面内の OK ボタン（デザイン生成ボタン）を押すと，ユーザが用意した花材に合わせた生け花の自動シミュレーション画像が表示される．これを**図 7** に示す．

(4) 画面を見ながら花を生ける
ユーザはシミュレーション画面を見ながら実際に花を

© 2014 Information Processing Society of Japan

図 7　自動シミュレーション
Fig. 7　Automated simulation.

生ける．シミュレーションにより茎が短くなった花材は，画面右下のはさみボタンを押すことで，茎を切る割合が表示される．これにより茎を切る長さを前もって確認することができる．

(5) シミュレーションの再計算
画面左下にあるデザイン更新ボタンを押すと，レイアウト結果を再計算する．ここでは，4 章のアルゴリズムに従って，多様な形を提案するため，ユーザは自身の好みの生け花のデザインレイアウトをもとに花を生けることが可能である．また，花の角度や長さを調整したい場合は，シミュレーションの画面内で，ピンチインし，移動・回転することも可能である．

(6) かすみ草ととくさの追加
かすみ草やとくさのように，利用頻度が高く，空間を埋める用途で使われる花材に対しては，撮影しなくても使えるようにあらかじめシステムで用意し，様々な長さ，形，大きさを自動で生成できる機能を用意している．花材を配置した後にこれらの花材ツール機能を使うことで，より華やかな生け方の確認が可能になる．

実際に花を生ける場面では，花材の茎を切り取る作業の支援も行う．生け花を行うためには，茎を適切な長さに切り，花の位置を調整する必要がある．しかし，短く切ってしまった茎を元に戻すことはできないため，茎を切る場面には的確な指示が必要である．CADo では，それぞれの花材に対して，茎を何パーセント切り落とせばよいか示す機能があり，これにより生け花の失敗を防いでいる．

3.3　作品例

CADo で花材をシミュレートした例として，花と茎からなる単純な花材を使用した作品，葉の茂った花材など，遮蔽の多い花材を使用した作品，歯ブラシなど，通常の花材以外の素材を使用した作品の 3 例を示す．

3.3.1　通常の花材の場合

図 8 はダリアとガーベラを花材としてシミュレートした例である．左から，水盤型花器を使用した「たてるかたち」，自由花花器を使用した「集中的な構成」，そして，「たてるかたち」にかすみ草ととくさを追加した計算結果である．

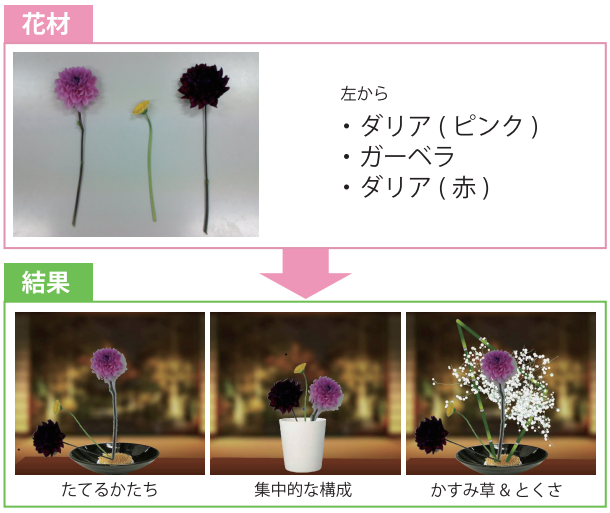


図 8　通常の花材を生けた様子
Fig. 8　A placement of flower materials on a base.

図 9　遮蔽の多い花材を生けた様子
Fig. 9　A placement of some leaves on a base.

3.3.2　遮蔽の多い花材の場合

本システムは，1 本の茎と 1 つの花冠からなる前述の通常花材を対象としている．しかしながら，茎の周りに花冠や葉が茂った花材（遮蔽の多い花材）に対しても，ある程度の適応が可能である．**図 9** は，ダリアと，遮蔽の多いヒペリカムを花材としてシミュレートした例である．ここでは，遮蔽の多い花材に対しては，**図 10** のように，花冠と茎の部分を便宜的に指定している．

3.3.3　花材以外の素材の場合

図 11 は，歯ブラシを花材としてシミュレートした例である．CADo では，花材だけでなく，雑草や日用品などの花以外の素材も，華道のルールに従って生けることが可能である．花以外の素材に対しては，対応する部分を花と茎

© 2014 Information Processing Society of Japan

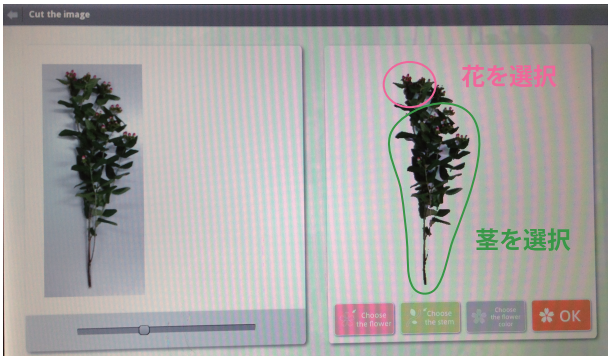


図 10　複数の花冠を持つ花材の領域指定方法
Fig. 10　Segmentation of a flower with multiple corollas.

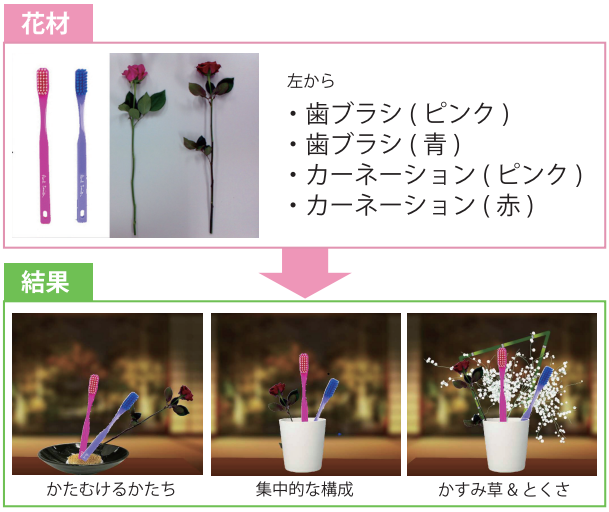


図 11　花材以外の素材を生けた様子
Fig. 11　A placement of flowers and others on a base.

に見立てて，配置を行っている．

花以外の素材を利用可能とすることで，ユーザの手元にある，あらゆる素材を華道のルールに従って飾ることが可能になる．華道のルールを様々な室内装飾の場面で生かすことが可能になり，さらには，華道初心者の華道に対する敷居を下げることにもつながると考えている．

4.　CADo のアルゴリズム

CADo では，ユーザが用意した花材を用いた美しいデザインイメージを提示する．この際，華道の色と形のルールに従って花材を配置する以下のようなアルゴリズムを適用している．

4.1　色のアルゴリズム

華道では，花の配置に関して，花器の下方は地面の色に近く重みのある色を，上方には空の色に近く軽めの色を配置すると良いとされている [7]．そこで CADo では，花器に対して下方には彩度と明度が低い花を，また上方には彩度と明度が高い花を配置して，生け花をレイアウトしている．

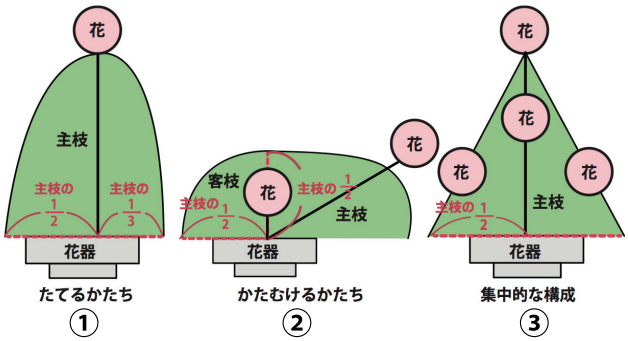


図 12　CADo の形のアルゴリズム
Fig. 12　Algorithm of forms in flower arrangement.

4.2　形のアルゴリズム

華道には基本となる生け花のレイアウトの形が複数存在する．特に，華道の形は花器の形に依存しているため，花器によってレイアウトの形が分類されている．CADo では，池坊および小原流の構成から，「たてるかたち」，「かたむけるかたち」，「集中的な構成」を採用している．また，この 3 つのレイアウトは，二次元で定義されており，すべての茎の下端の位置は花器の中心としている．

また，形のアルゴリズムを適応するための前提として，用意した花材が花器に入るかどうかを考慮する必要がある．そのため，CADo のアルゴリズムでは，花器に花材が配置可能となる角度の情報が保持してある．華道の形のアルゴリズムを図 12 に示す．

4.2.1　たてるかたち

たてるかたちは，小原流の生け花の基本の形である．たてるかたちで使われる花器は，高さが低く横長である水盤型花器が多い [8]．以下に，図 12 の ① について詳しく述べる．

(1) 主枝の配置
　ユーザが用意した花材の中で茎が一番長い花を選定し，花器の中心に垂直に配置する．

(2) 花材の茎の長さで 2 種類に分類
　たてるかたちの規則に従うと，花材の茎の長さは，主枝の茎の長さの 1/3 以上必要である．そのため，対象の花材の茎の長さが，主枝の茎の長さの 1/3 より長い花材と短い花材に分類し，茎の長さが 1/3 より長い花材に対し，以下のたてるかたちの規則を適用する．

(3) 茎の長さが主枝の 1/3 より長い花材を配置
　主枝の茎の長さの 1/3 より長い花材に対して，主枝を中心として，緑色で囲んだ楕円内の右側と左側に配置する花材の本数を算出する．花材の本数の比率は，楕円の面積比と同様になるように決定することで，花材の配置分布を均等にする．
　また，各花材を配置する際には，以下のように，配置角度と茎の長さを調整する．

© 2014 Information Processing Society of Japan

(a) 花材の配置角度の指定
花材が配置可能な角度の範囲内で，各花材の配置角度が均等になるよう指定する．配置角度は，花材の本数によって変化する．

(b) 花材と配置角度の対応付け
配置角度が決定した後，各花材を対応付ける．各花材の配置順序は，花冠の色の彩度と明度の平均値が小さい花材を花器の下方，つまり，水平方向に対し，角度が小さい（水平に近い）場所を指定する．また，花の色の彩度と明度の平均値が大きい花材は，角度が大きい（垂直に近い）場所を指定する．

(c) 茎の長さの調整
花材と配置角度の対応付けをした後，茎の長さを同楕円内で最も長くなるように調整する．

(4) 茎の長さが主枝の 1/3 より短い花材を配置
上記の手順により，たてるかたちの基本構造が完成されるが，CADo のアルゴリズムでは，茎の長さが主枝の 1/3 より短い花材は，花器からはみ出さない範囲で，ランダムに配置する．このように小さな花を配置しても，たてるかたちの基本構造を壊すことはない．

4.2.2　かたむけるかたち

かたむけるかたちも，小原流の生け花の基本の形である．かたむけるかたちで使われる花器は，たてるかたちと同様に，水盤型花器である [8]．

以下に，図 12 の ② について詳しく述べる．

(1) 主枝の配置
ユーザが用意した花材の中で茎が一番長い花を選定し，垂直の位置と，垂直から 60 度まで傾けた位置の間にランダムに配置する．配置する際，茎の長さは変更しない．

(2) 茎が二番目に長い花材の配置
ユーザが用意した花材の中で花の面積が一番大きい花を選定し，花器に対して垂直に配置する．配置する際，茎の長さを主枝の茎の長さの 1/4 にする．

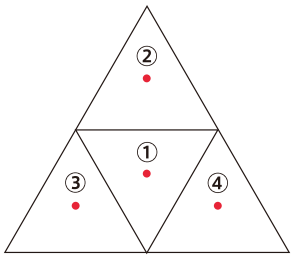
(3) 花材の茎の長さで 2 種類に分類
かたむけるかたちの規則に従うと，花材の茎の長さは，主枝の茎の長さの 1/2 以上必要である．そのため，対象の花材の茎の長さが，主枝の茎の長さの 1/2 より長い花材と短い花材に分類する．

(4) 茎の長さが主枝の 1/2 より長い花材を配置
この処理は，たてるかたちと同様である．

(5) 茎の長さが主枝の 1/2 より短い花材をランダムに配置
この処理は，たてるかたちと同様である．

4.2.3　集中的な構成

集中的な構成は，池坊の生け花の基本の形である．集中的な構成で使われる花器は，高さと幅が同等の大きさである自由花花器が多い [2]．自由花花器では，まず主枝を花器の中心に垂直に配置し，三角形を充填させるように他の花材を配置する．以下に，図 12 ③ について詳しく述べる．



花の本数	配置順序
1 本	①
2 本	③, ④
3 本	②, ③, ④
4 本	①, ②, ③, ④

図 13　花材の配置順序
Fig. 13　Placement order of a flower arrangement.

(1) 主枝の配置
ユーザが用意した花材の中で茎が一番長い花を選定し，花器の中心に垂直に配置する．

(2) 茎が二番目に長い花材の配置
ユーザが用意した花材の中で茎が二番目に長い花を選定し，三角形の稜線上に配置する．このとき，右側と左側の選択はランダムである．

(3) 茎が三番目に長い花材の配置
ユーザが用意した花材の中で茎が三番目に長い花を選定し，茎が二番目に長い花材とは逆側の稜線に配置する．

(4) 茎が二番目に長い花材の茎の長さを調整
茎が三番目に長い花材と，茎が二番目に長い花材の茎の長さが同一になるように調整する．

(5) 主枝の茎の長さを調整
主枝の茎の長さを，茎が二番目に長い花材，および茎が三番目に長い花材に合わせて調整する．このとき，3 つの花の中心点を結んだ三角形が，正三角形になるようにする．

(6) 残りの花材を配置
正三角形の内部を充填するように，花材を配置する．ここでは，正三角形の面積を四等分してできた正三角形の重心の 4 点に対し，対象の花材を配置する．ただし，配置順序は**図 13** のとおりである．
このとき，花の色の彩度と明度の平均値が大きい花材は花器の上方，また，花の色の彩度と明度の平均値が小さい花材は花器の下方に配置する．花の面積の総計が正三角形の面積の総計を上回った場合，配置を終了する．

5.　評価実験

CADo の操作性を含めたユーザ・エクスペリエンスの評価と，CADo を使用した生け花支援に対する評価を得る目的で，被験者を募って評価実験を行い，アンケートと面接を実施した．

実験に先立って，妥当性確認のために，華道の流派であ

© 2014 Information Processing Society of Japan

る小原流の指導資格を持つ華道熟達者の協力を得た．この華道熟達者に本システムを使用してもらったところ，評価実験では，華道アルゴリズムを評価するために最低 5 種類の花を用意すべきこと，また，シミュレーション結果を見ながら生ける時間を十分に用意する必要があること，などの注意点があげられた．

以上をふまえて，評価実験の計画を立て，実施した．

5.1　実施内容

評価実験は 2011 年 12 月 1〜2 日にかけて，フィンランドのユリビエスカにある RF Media-laboratory で実施した．被験者 1 人に対する時間は 10〜15 分程度であった．

被験者は 10 代から 50 代までの女性 10 人であり，全員が華道未経験者である．被験者の国籍はフィンランド（3 人），スペイン（2 人），ルーマニア（1 人），ポーランド（4 人）である．

華道は男性よりも女性の方が馴染み深い文化として浸透している社会的背景 [9] をふまえ，本実験の被験者は女性と限定した．また，CADo で採用した華道アルゴリズムが，華道文化の影響をまったく受けない人々にも受け入れられることを確認する目的で，日本人以外の被験者を対象とした．この評価実験の様子を**図 14** に示す．

評価実験は次の手順で行われた．

(1) 白い机の上に，種類の異なる 5 本の造花，花器，はさみ，筆記具を設置する．
(2) 被験者は並べられた造花を使って自由に花を生ける．
(3) 被験者に CADo の使い方を説明する．
(4) 被験者は CADo を自由に使う．
(5) 被験者は CADo の画面を見ながら，画面と同じように造花を生ける．
(6) 被験者は SUS 質問紙とアンケート用紙に回答する．

この実験に用いた什器と道具を**表 1** に示す．状態が安定していて扱いやすいことなどから，生花ではなく造花を用いている．また，実験時の被験者への教示では，実験協力に対する感謝とビデオ撮影の許可確認に引き続き，以下の内容を口頭で伝えた．

- CADo を使わないで生け花を行うことの指示
- CADo システムの使い方の簡単な説明
- CADo を使って生け花を作成することの指示

評価実験では，Brooke の SUS – A quick and dirty usability scale 質問紙を用いた [10]．SUS の質問紙では，10 項目の質問に対し，1（Strong disagree：とても同意しない）から 5（Strong agree：とても同意する）までの 5 段階評価の尺度を用いて，ユーザの回答を得た．実際に使用した SUS の質問紙を**図 15** に示す．

SUS の質問紙による 10 項目の質問内容は，以下のとおりである．

(1) CADo を頻繁に使用したい．
(2) CADo は不必要に複雑である．

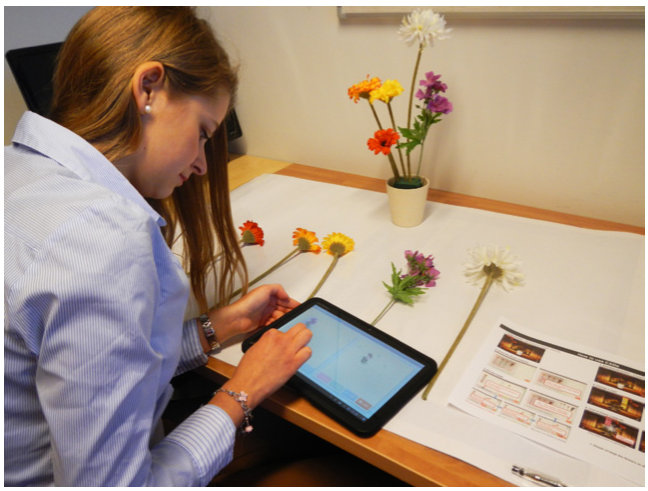


図 14　CADo の評価実験の様子（Finland の CENTRIA：RF-Medialab 内）
Fig. 14　Subject using the CADo system.

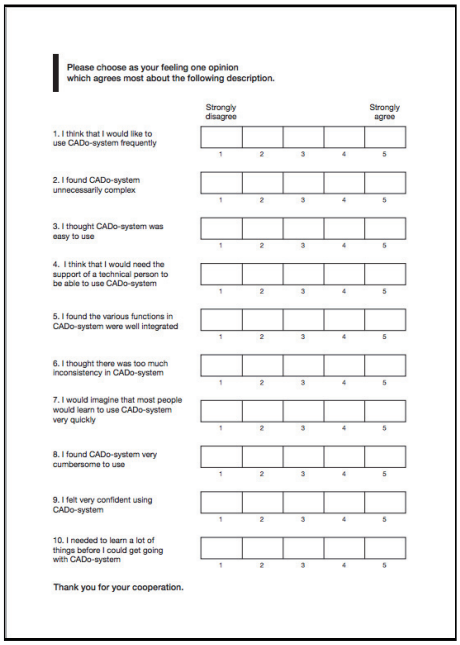
表 1　実験道具の詳細
Table 1　Details of the experimental tool.

実験道具	道具の内容	道具の個数
CADo	タブレット端末内に実装したアプリケーション	1 台
造花	5 種類の造花を 2 試行分	10 人分（計 100 本）
白い机	白い紙を置いた机	1 台
白い花器	生け花を挿すための入れ物	1 個
剣山・オアシス	造花の固定用	各 1 個
はさみ	造花の切断用	1 刃
デジタルカメラ	静止画撮影用	1 台
ビデオカメラ	実験記録用	1 台
三脚	ビデオカメラ固定用	1 脚
CADo の使用説明書	CADo の使い方が書かれた紙	1 枚
質問紙	SUS 質問紙 1 枚とアンケート用紙 2 枚	計 3 枚
筆記具	質問紙回答用	1 本

© 2014 Information Processing Society of Japan

表 2　SUS 質問紙の結果
Table 2　Score of the system usability scale.

User	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Avarage
Score	82.5	67.5	77.5	57.5	70	77.5	80	85	57.5	75	73


Please choose as your feeling one opinion which agrees most about the following description.

Strongly disagree — Strongly agree

1. I think that I would like to use CADo-system frequently
2. I found CADo-system unnecessarily complex
3. I thought CADo-system was easy to use
4. I think that I would need the support of a technical person to be able to use CADo-system
5. I found the various functions in CADo-system were well integrated
6. I thought there was too much inconsistency in CADo-system
7. I would imagine that most people would learn to use CADo-system very quickly
8. I found CADo-system very cumbersome to use
9. I felt very confident using CADo-system
10. I needed to learn a lot of things before I could get going with CADo-system

1 2 3 4 5

Thank you for your cooperation.

図 15　SUS の質問紙
Fig. 15　Questionnaire SUS.

(3) CADo は使いやすい．
(4) CADo 使用には技術者の支援が必要．
(5) 様々な機能が上手に統合されている．
(6) CADo には一貫性がない．
(7) 多くの人が使用方法を簡単に学べる．
(8) CADo は使いにくい．
(9) 自信を持って CADo を使えた．
(10)使用前に多くを学ぶ必要があった．

質問紙で得られた数値からは，以下のようにしてユーザビリティスコアを算出する．

まず，奇数番号の質問の点数から 1 を引いた値をそれぞれ出す．偶数番号については，質問の点数をそれぞれ u とすると，(5 − u) した値をそれぞれ出す．次に 1 番から 10 番までの質問の値を足し合わせ，足し合わせた値に 2.5 を掛けることで，ユーザビリティに対する点数が算出される．また，この点数は 0〜100 までの間の数である．

また，SUS 質問紙に加えて，以下の 4 つの項目をもとに作成したアンケート用紙も配布した．

- プロフィール：名前，年齢，国籍
- 華道について：華道を知っているかどうか，華道に取り組んでみたいかどうか等
- CADo を使用する前と後ではどちらの作品を気に入ったかどうか
- 自由記述：CADo の良いところ，悪いところ，質問とコメント

5.2　評価結果

SUS 質問紙の結果は，最小値が 57.7 点，最大値が 85 点，平均値は 73 点であり，CADo は高い評価を得た．これを**表 2** に示す．質問番号は，先に示した 10 項目の質問の順番に対応している．また，質問項目 3：CADo は使いやすい（I thought CADo-system was easy to use）では，8 人が 4 または 5 を選択しており，操作性が良いことが示唆された．

アンケートからは，多くのユーザから「簡単に綺麗な花を生けられる」という意見を得た．また，CADo なしで作成した生け花と CADo を使用して作成した生け花では，どちらが好きかという質問では，半分以上の被験者が，CADo を使用した生け花を好むと答えた．さらに，10 人中 7 人が，「今後自分で生け花を生けてみたい」と答えていた．

これらのコメントから，生け花支援システムの有用性が示されたと考えている．

6.　考察

6.1　CADo による成果物

評価実験において，被験者が CADo を使わずに作成した生け花と，CADo を使用して作成した生け花，それぞれ 2 例を**図 16** に示す．いずれも，CADo を使用したことでより華道らしい生け方になった作品例である．

図 16 の上の作品の被験者は，被験者の中で最も高齢（58 歳）であり，タブレットコンピュータを利用したことがなかった．しかし，ボタンを大きく表示していたため，ボタン内の文字も容易に読み取っており，CADo の操作感を「初めてのユーザでもやさしく操作できる」と答えていた．また，フラワーアレンジメントに取り組んだことがあると回答していた．そのため，CADo なしで作成した生け花も，他の被験者に比べ綺麗に整っていた．

しかし，CADo を用いて生けた作品は，華道の形のルールである「たてるかたち」に最も準じた生け花となった．また，前後に傾ける生け方にも取り組んでおり，全体として空間を意識した作品となっていた．

また，図 16 の下の作品の被験者は，CADo なしの際，すべての造花を同じ長さに切断して花器に挿していたが，CADo を使用することで，それぞれの花の長さを変える様子が確認された．

© 2014 Information Processing Society of Japan

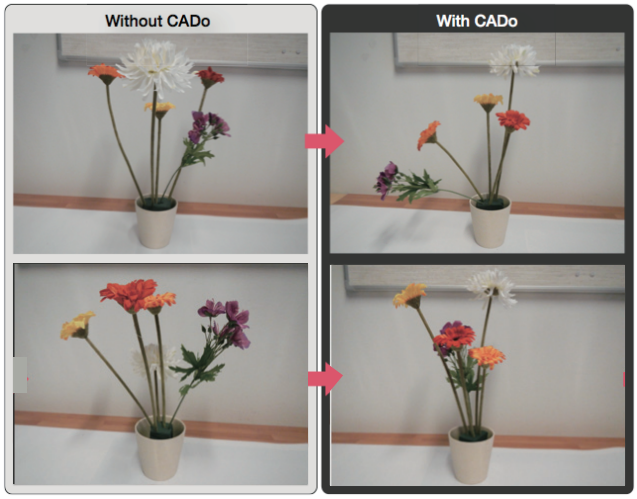


図 16　CADo なしと CADo ありでの作品の違い
Fig. 16　Flower arrangements without and with CADo.

実際に生け方の手順も変化し，当初はすべての花を重ね合わせていたが，CADo 使用後は，1 つ 1 つの花を吟味しながら生けていた．特に白い花の使い方が独特であり，生け花で高く評価される伸びやかな様子を表現していた．

以上から，CADo を使うことでより華道らしい生け方になることが確認された．

6.2　CADo のアルゴリズムの妥当性

本研究では，生け花の基本となる形として「たてるかたち」,「かたむけるかたち」,「集中的な構成」を適用した．これらは二次元で定義される形である．三次元の位置関係を示す場合に比べて把握が容易であるため，6.1 節に示したように，初心者ユーザにも分かりやすい．また，華道家元の池坊が主催している「学校華道インターネット花展」では，二次元の写真のみで作品の良さを評価している [11]．これが示すように，華道作品の優劣は主に二次元の配置で判断されている．

以上のことから本システムでも，二次元配列をもとにした生け花支援を実現した．しかし，奥行きに特徴を持たせる生け花作品も多数存在するため，将来は，三次元の生け花支援についても検討したい．

6.3　CADo の改良

今回の実験の観察や被験者からのフィードバックなどから，以下の点について改良を行いたいと考えている．

(1) 茎の長さを変えるための指示：現状では茎を切る割合を 64%など細かな数値で表示している．しかし，実際の花材に対しては細かな数値よりも，花材に対して半分など粒度が大きい表示の方が適していた．したがって，現状よりも分かりやすい指示に変更する．

(2) 空間を意識するための支援：現状では二次元画像での表示のみであるが，実際には花材の向きなども重要である．そのため，三次元画像や空間として拡張した生け花支援を検討する必要がある．

(3) 華道教育支援：自動シミュレーションが出された根拠をユーザにフィードバックさせることで，華道教育支援につなげる．

7.　まとめ

本稿では，華道初心者への生け花支援として生け花支援システムを提案し，それを実現する生け花支援アプリケーション CADo の開発および評価実験を行った．

CADo では，花材を準備し，生け花の自動シミュレーションを行い，CADo の画面を見ながら生け花を作成した後に，インターネット上に共有する一連の流れを実現できる機能を実装した．

また評価実験を，ヨーロッパ圏（フィンランド・スペイン・ルーマニア・ポーランド）の国籍を有する女性を対象に実施したところ，CADo を使用したことでより華道らしい生け花になった作品を確認することができ，生け花支援システムの有用性が示唆された．

今後は，評価実験から得られた知見をもとに必要な機能を追加し，CADo システムの完成度を高めていきたい．

また，華道以外にも，様々な伝統文化に対して，その素晴らしさを初心者に伝えていけるようなアプリケーションやインタラクション技術を開発していきたい．

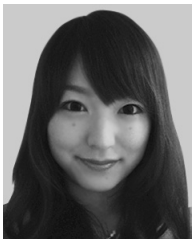
謝辞　本研究の一部は，フィンランドの CENTREA から補助金を受け，トゥルク大学の Mika Luimula 氏，オウル大学の Kirsti Sä ä skilahti 氏，Riitta Kangaskorte 氏から多くの助言を受けて行った．ここに感謝の意を表す．

参考文献

[1]　生田久美子：「わざ」から知る，東京大学出版会 (2007).
[2]　野間佐和子：今日から花をきれいにいける，pp.38–39, 講談社 (2008).
[3]　Prusinkiewicz, P., Mündermann, L., Karwowski, R. and Lane, B.: The use of positional information in the modeling of plants, *ACM SIGGRAPH 2001*, pp.289–300 (2001).
[4]　Ijiri, T., Owada, S., Okabe, M. and Igarashi, T.: Floral diagrams and inflorescences: Interactive flower modeling using botanical structural constraints, *ACM Trans. Graph.*, Vol.24, No.3, pp.720–726 (2005).
[5]　Ijiri, T. and Owada, S.: Seamless Integration of Initial Sketching and Subsequent Detail Editing in Flower Modeling, *Computer Graphics Fourm – CGF*, Vol.25, No.3, pp.617–624 (2006).
[6]　Munkai, S.T.N. and Kosugi, M.: A Training System for the Japanese Art of Flower Arrangement, *18th World IMACS/MODSIM Congress* (2009).
[7]　池坊専永：池坊花傳書入門，pp.1–3, 華道家元池坊総務所 (1972).
[8]　小原豊雲：いけばなの基本，pp.10–11, 20–21, 財団法人小原流本部 (1992).
[9]　橘　佳江：女学生と華道・茶道：明治期の京都府を中心に（「女学生」の歴史社会学），日本教育社会学会大会発表

© 2014 Information Processing Society of Japan

要旨集録，No.56, pp.306–307 (2004).
[10] Brooke, J.: SUS: A quick and dirty usability scale, *Usability evaluation in industry*, Jordan, P.W., Weerdmeester, B., Thomas, A. and Mclelland, I.L. (Eds.), Taylor and Francis, London (1996).
[11] Ikenobo: gakko kado: available from ⟨http://www.ikenobo.jp/gakko_kado/index.html⟩.



横窪 安奈

1986 年 10 月生．2010 年 3 月公立はこだて未来大学システム情報科学部卒業．2012 年 3 月お茶の水女子大学大学院人間文化創成科学研究科修士課程修了．同年 4 月キヤノン株式会社入社．情報デザインや生活に密着した新しいユビキタスコンピューティングアプリケーションに興味を持つ．現在，お茶の水女子大学大学院人間文化創成科学研究科博士課程在籍（社会人博士）．修士（理学）．

椎尾 一郎　（正会員）

1956 年 6 月生．1979 年 3 月名古屋大学理学部物理学科卒業．1984 年 3 月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 4 月日本アイ・ビー・エム株式会社東京基礎研究所に入社．マルチメディアシステム，オフィスシステム等のユーザインタフェースの研究に従事．1997 年 4 月玉川大学工学部助教授をへて，2002 年 4 月教授．2001 年 4 月～2002 年 3 月ジョージア工科大学客員研究員．2005 年 4 月よりお茶の水女子大学理学部情報科学科教授．実世界指向インタフェース，ユビ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，ヒューマンインタフェース学会，ACM 各会員．工学博士．

© 2014 Information Processing Society of Japan