

機関番号：32612

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2009 ~ 2010

課題番号：21700145

研究課題名(和文) 子供のための創造学習支援システムに関する研究

研究課題名(英文) Development of a Design Method to Support Children in Learning Creative Activities

研究代表者

徳久 悟(TOKUHISA SATORU)

慶應義塾大学・大学院メディアデザイン研究科・講師

研究者番号：50529378

研究成果の概要(和文):

本研究は、創造行為を伴う遊びにおいて楽しさを生成するデザインメソッドを精緻化し、子供を対象とした創造学習支援システムを開発することを目的とする。具体的には、本メソッドに社会性という新たなファクタを付与したシチュエーションデザインというメソッドを構築し、本メソッドに基づき、アプリケーションを構築した。評価実験の結果、アプローチの妥当性が認められた。

研究成果の概要(英文):

This research aimed to elaborate on a design method to generate fun in play with creative activities, and to develop a creative activities support system for children. I developed "situation design" which adds a new factor -social element - to this design method, and implemented several applications using this method. As a result of the evaluation tests, this approach was validated.

交付決定額

(金額単位：円)

| | 直接経費 | 間接経費 | 合計 |
|---------|-----------|---------|-----------|
| 2009 年度 | 1,700,000 | 510,000 | 2,210,000 |
| 2010 年度 | 1,500,000 | 450,000 | 1,950,000 |
| 総計 | 3,200,000 | 960,000 | 4,160,000 |

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・メディア情報学・データベース

キーワード：ヒューマンインタフェース，エンタテインメント，インタフェース

1. 研究開始当初の背景

本研究の学術的背景として、HCI における楽しさを扱う Fun 研究、Flow 研究、および、インタラクションデザインメソッドとしてのパターン研究がある。これらの問題点を踏まえた上で、博士研究では創造行為を伴う遊びにおいて楽しさを生成するメカニズムとして Dynamic Feedback Flow Mechanism(DFFM)を考案し、このメカニズムを用いたデザインメ

ソッドを構築した。以下では、それぞれについて説明を行う。

Malone による UI 設計論[1]に端を発する HCI における Fun 研究は、2000 年前後から Monkらによって集約され、Funology という 1 つの学問として体系化された。Funology は、"the Science of Enjoyable Technology"と定義され、HCI において楽しさをいかに採用すべきか、という目的を持っていた[2]。しかしな

から、Funology グループに集まった研究者の大半は、Usability 研究者であり、Usability テストと同様の手法を用いて楽しさを評価するに留まった。結果、Funology グループを中心とした Fun 研究では、楽しさの生成過程を構築することができなかった。

Csikszentmihalyi が提唱した Flow は、「全人的に行為に没入し、その経験そのものを楽しむを見出す状態」と定義される[3]。そして、ヒトが Flow に至る過程を理論化したものが Flow 理論であり、Flow 構成要素と Flow Zone Model で構成される。Flow 構成要素とは、Csikszentmihalyi が数十年に渡って数千人に対してヒトが最も楽しいと覚える時どのように感じていたかについて体系的な調査を行った結果体系化された 8 項目（1. 達成可能な課題、2. タスクへの集中、3. 明確なゴール、4. 直接的なフィードバック、5. 行為の統制、6. 没入感、7. 体験後の自己感覚の強化、8. 時間の経過感覚の変化）の状態を指す。一方、Flow Zone Model とは、適切な Skill と Challenge のバランスが生じる場合に始めて、Flow に至るとするモデルである。このような特徴を持つ Flow 理論を利用することで、楽しさを生成するメカニズムを構築できる可能性が高い。

HCI におけるデザイン上の問題に対する解決法の提供を目的としたデザインメソッドとしてのパタン研究[4]は、決定論としてパタンを捉えている。決定論とは、原因と結果の一意的な関係、すなわち、問題 A にはパタン a を用いれば必ず解決できるという関係である。この問題点は、パタンで補うことのできない残余部分 - パタン同士を結合してシステムをデザインする際のデザイナーの関与部分 - を考慮しない点にある。パタン研究は、Alexander のパタンランゲージ[5]を起源とし、ソフトウェアエンジニアリングを経て HCI へと拡張されてきた。しかし、一意的に優れたパタンを組み合わせることで優れたシステムをデザインすることができると結論付ける決定論としてのパタンの限界については改善されなかった。このようなパタン同士の結合における残余をいかに扱うかが問題となる。

決定論的パタンに対して、Bateson が取り組んだパタン研究[6]は、確率論的パタンといえる。このアプローチは、Wiener によって提唱されたサイバネティクス[7]の思考法に基づく。サイバネティクスは、確率過程を理論的背景に置き、フィードバックの性質を持った循環過程を主体とするメカニズムを基本概念として採用している。Bateson は、フィードバックメカニズムをパタン生成メカニ

ズムとして捉え、確率過程における痕跡としてパタンを捉えた。これらから、創造行為を伴う遊びのためのデザインメソッドでは、残余の発生する決定論的パタンのアプローチと異なり、確率論的パタンを生成させるサイバネティクス的なフィードバックシステムを導入することによって、パタンにおける残余問題を最小限化する。

これら 3 領域の問題点を踏まえて、創造行為を伴う遊びにおいて楽しさを生成するメカニズム DFFM を構築した。DFFM は、Flow 構成要素の 8 項目で説明可能な状態の生成を目的とし、再帰的なフィードバックシステムを採用している。デザイナーは、DFFM を通じて Flow を生成するために、メカニズムにおけるステイックなパラメータとダイナミックなパラメータの制御を行なう。そして、デザイナーは、インタラクティブシステム上で起こるフィードバックプロセスにおいてユーザが Flow に至る際、楽しさのパタンが観察されるようパタンプラクティスを行なう。

博士研究では、このデザインメソッドを用いて創造行為を伴う遊びのためのシステム Suirin(図 1)、MYSQ(図 2)を設計した。Suirin は、筐体内の水を操作することで様々な虫の音を生成できるだけでなく、視覚・触覚・嗅覚を通じて癒しを得ることのできるインタラクティブファニチャである。MYSQ は、ユーザの身体動作により自身のオリジナルプロモーションムービーを制作でき、携帯電話を通じてその成果物を共有可能なエンタテイメントシステムである。これら 2 つのシステムに対して、楽しさの状態について評価すべく Flow 評価実験を行った。評価実験の結果、ユーザが楽しさを得ていることが示され、デザインメソッドの妥当性が確認された。

2. 研究の目的

本研究の目的は、創造行為を伴う遊びにおいて妥当性が確認されたデザインメソッドの、子供の創造学習支援システムに対する精緻化である。本デザインメソッドは、現時点では、創造行為を伴う遊び全般を対象としており、汎用的なメソッドといえる。本支援に基づく研究期間内に、この汎用的なメソッドを、幼年期・少年期の子供向けの創造学習支援システム向けに精緻化し、仮説としてのデザインメソッドを構築する。そして、この仮説に基づいて、実際に子供向けの創造学習支援システムを実装し、評価実験を通じて仮説の確からしさについて検証する。学習対象は、創造行為に関連する直接的な領域として音楽や美術を設定した。



図 1. Suirin



図 2. MYSQ

3. 研究の方法

本研究の方法として、デザインメソッドの精緻化のために、子供向けの学習理論に対するサーベイを行った。特に、HCI における子供のための学習システムは、発達心理学の理論に強く影響を受けている。発達心理学における代表的研究者は Piage と Vygotsky である。彼らは、幼児学習においてそれぞれ異なる立場を採った。前者は、構成主義 (Constructivism) と呼ばれる。また、後者は、のちに社会構成主義 (Social constructivism) と呼ばれる。本節では、それぞれの概要を説明したのち、HCI への応用について説明する。

Piage の構成主義は、個人が「同化」と「調整」のプロセスを経て、自らの経験から新たな知識を能動的に構成するという理論である [8]。Papert はこのような構成主義の考え方を踏まえ、構築主義 (Constructionism) という考え方を展開している。構築主義とは、意味のあるものを構築することが最も高い

学習効果を持つという理論である [9]。このような理論に基づく学習支援システムは構築主義システムと呼ばれる。例えば、Papert らによって開発されたプログラミング言語 Logo [10] や後の Mindstorm となる Logo 言語を利用したコンストラクションキット [11]、Resnick らによる Cricket [12] が構築主義システムに該当する。しかし、構築主義システムは、ユーザ自らが間違いを訂正しながら学習していくため、その人自身の知的な枠を越えることができないという問題を持つ。

これに対し、Vygotsky の社会構成主義は、「発達の最近接領域」の概念に基づき、子供は大人を含む社会の手助けを借りて高次学習を獲得するという理論である [13]。Vygotsky は、言語によるコミュニケーション、および、協同活動の重要性を強調する。このような理論に基づく学習支援システムは社会構成主義システムと呼ばれる。例えば、Resnick らが開発したプログラミングプロセスを共有可能なプログラミング言語 Scratch [14] が、社会構成主義システムに該当する。子供は、他人が作ったコードを再利用することができ、協働的な振る舞いを実現可能である。本研究は社会構成主義システムを踏まえ、アプリケーションに社会性を導入する。具体的には、社会的インタラクションを通じて子供が楽しさを得られるようなデザインを採用し、モチベーション向上に利用する。

これらの調査結果から、シチュエーションデザインと呼ばれる新たなデザイン手法を構築した。パウハウスを系譜とする 20 世紀のデザインではモノそれ自体をいかにデザインするかという点にデザイナーの主眼が置かれていた。これに対し、シチュエーションデザインとは、経験デザインの手法として、行為それ自体の経験をデザインするだけではなく、行為辺縁の経験をデザインする手法を指す。後者については、具体的にはユーザが任意の行為に至るまでのイベントのデザインや、コミュニケーションのデザインを指す (図 3)。

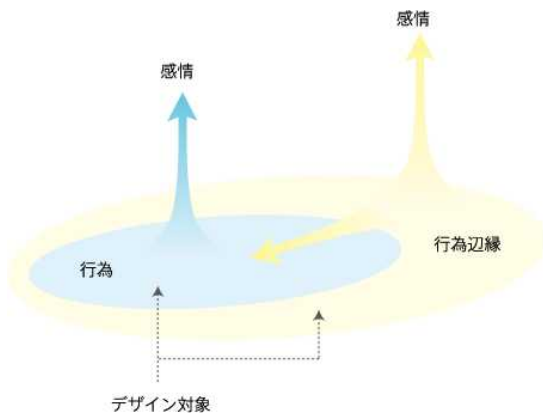


図3. シチュエーションデザイン概念図

4. 研究成果

本研究では、子供の創造学習支援システムを構築するにあたり、子供の芸術的創造性の問題に注目した。Vygotsky は、子供は就学前年齢期では絵画で表現する創造性を好むものの、言葉へ興味移行する学童期において絵を書くことに対する情熱を失うことを指摘している[15]。学童期を過ぎて絵への愛着が保たれるケースは、家庭や学校教育で描画の練習を刺激する場合である。この練習は、デッサンを中心とする長時間のトレーニングであり、この年齢の子供にとって苦痛を伴うと推測される。発達心理学の見地から絵への興味失われることに加えて、上達のためのトレーニングは苦痛を伴うと考えられることから、子供は二重苦を味わうこととなる。このような状況下では、子供はモチベーションの維持が困難である。

このような問題に対して、本研究は、シチュエーションデザインの観点から、描く行為それ自体に楽しさを付与するだけでなく、描く行為辺縁における楽しさを付与するアプローチを導入したアプリケーションを構築した。描く行為のデザインについては、身体的インタラクションに注目した。子供がユーザであることから、特殊な操作が必要とされず、非言語依存のUI (User Interface) が望ましい。これにより、学習コストが軽減されるだけでなく、身体的インタラクションを通じた楽しさがユーザに提供される。一方、描く行為辺縁のデザインについては、社会的インタラクションに注目した。実空間上のモノやヒトとの関わりをデザインに取り入れることで、描く行為を通じてコミュニケーションが促進されるだけでなく、そのプロセスにて楽しさが生まれる。これら2つの領域のインタラクションにて得られる楽しさが、子供の描画体験に関するモチベーションを向上させると仮定した。モチベーションの向上は継続的な描画体験を実現し、この継続体験が子

供の発達を促すと推測した。

このようなアプローチにもとづき、筆者らはiPhone アプリケーション「なんでもぬりえ (英名: The World is Canvas)」を実装した(図4)。なんでもぬりえは、子供が画面を指で直接タッチしてぬりえを楽しむことができるだけでなく、任意の画像を撮影し、撮影した画像をぬりえの下絵として利用可能なアプリケーションである。ユーザとしての子供は、好きな場所に赴き、好きな対象を好きな構図で撮影し、このデータをぬりえに利用可能であることから、描画行為に対するモチベーションが向上すると想定した。また、撮影する過程でその場に存在するヒトとのコミュニケーションが促進され、間接的に描画行為に対するモチベーションも向上すると想定した。

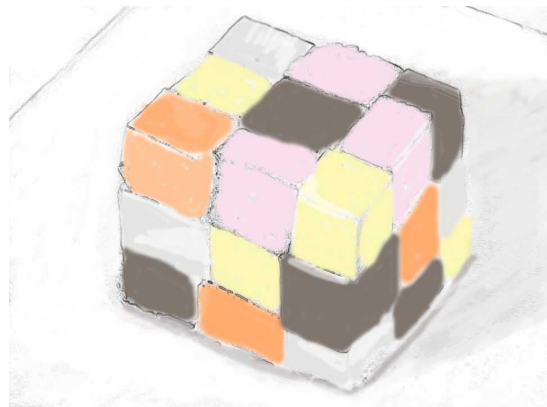


図4. なんでもぬりえで制作した画像

アプリケーションの評価実験として、子供向けのワークショップを開催した。評価実験の目的は、以下の5点の検証である(表1)。ワークショップでは、撮影した写真、制作した写真をログデータとして回収し、子供と同伴した親に対してインタビューを行った。ワークショップは2日間開催され、合計111名、4-13歳の子供が評価実験に参加した。以下では、評価実験の結果をもとに本アプリケーションの考察を行う。

表1. 検証項目

1. なんでもぬりえにおける楽しさの原因
2. なんでもぬりえと既存のぬりえとの比較
3. なんでもぬりえと既存のおえかきとの比較
4. 周囲のヒトとのコミュニケーション
5. 遠隔地に存在するヒトとのコミュニケーション

まず、楽しさの理由として、多くの子供らが指を用いたタッチパネルへの直接描画を挙げた点から、筆者らの意図していた描画経験それ自体に対する身体的インタラクションによる楽しさの提供が達成されたことがわかる。一方で、若干名のネガティブな回答をした子供らの大半は、指を用いた直接描画に対して困難さを覚えていた。具体的には、指で細かい箇所を塗ることの困難さ、指を使うことによって意図せず下絵から色が逸脱したことに対する不満を覚えていた。この原因は、画面に対する座標取得部位としての指の大きさの比率が大きいこと、ブラシの直径が小さい場合、描画時の座標が指で隠れて見えづらくなること、が挙げられる。今後の課題として、ペイント時のズーム機能を実装する。この機能により、詳細箇所の描画体験に関する問題を解決可能と予測する。

また、楽しさの理由として、多くの子供らが自由にぬりえの素材を決定できる点を挙げた。また、数名の子供は、通常のぬりえやおえかきと異なり任意の素材を下絵として利用可能であることによるデッサンのサポートを楽しさの理由として挙げた。また、親が同伴した場合、撮影・制作段階での親子でのコミュニケーションの促進が認められた。さらに、遠隔でのコミュニケーションが想定される制作物のメール送信機能を、過半数のユーザは利用した。これらから、筆者らの意図していた描画体験辺縁の経験に対する、社会的インタラクションによる楽しさの提供が達成されたことがわかる。一方で、一部の親から制作時に子供が集中していたあまり会話が弾まなかったという意見を得た。今後の課題として、制作時にもコミュニケーションを促進するための親子でのコラボレーション機能を実装する。この機能により、制作中のコミュニケーションに関する問題を解決可能であると予測する。

本研究は、創造行為を伴う遊びのためのデザインメソッドを、子供をターゲットとした創造学習支援システムのためのデザインメソッドへ精緻化を行うことを目的とし、そのためのアプローチとして、行為それ自体の経験だけでなく行為辺縁の経験をデザイン対象とするシチュエーションデザインを提案し、子供の描画体験に関するモチベーションを向上させることを目的とした iPhone アプリケーションなんでもぬりえを実装した。本アプリケーションは、モチベーション向上のために、描画経験それ自体に対する身体的インタラクションによる楽しさの提供、および、描画経験辺縁に対する社会的インタラクションによる楽しさの提供という2つのアプローチを採用した。評価実験にて、これらのア

プローチの妥当性について子供の年齢別に検証した結果、その有効性が認められた。楽しさとモチベーションの相関から、なんでもぬりえを用いた結果、子供の描画体験に関するモチベーションが向上した可能性が高い。

シチュエーションデザインを適用したアプリケーションの有効性が認められたことから、精緻化のためのアプローチとしてのシチュエーションデザインの有効性は確からしいと考える。しかしながら本アプローチは、精緻化のためのアプローチのひとつの方向性にすぎない。今後も様々なアプローチを構築し、そのアプローチを適用したアプリケーションを構築し、評価を行い、修正を加えることで、普遍的な方法論を構築していきたいと考えている。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表](計 2 件)

Satoru Tokuhisa and Yusuke Kamiyama.
The World is Canvas.

International Conference on
Interaction Design and Children (IDC
2010), Barcelona, Spain, 9-12 July,
2010.

Satoru Tokuhisa and Yusuke Kamiyama.
The World is Canvas: A Painting
Application for Children based on the
Social Constructivism System.
Create10, Edinburgh, UK, 30 June - 2
July, 2010.

[その他]

展示

第 6 回ワーク ショップコレクション, 慶應
義塾大学日吉キャンパス, 横浜, Japan,
27-28 February, 2010.

ホームページ

<http://www.dangkang.com/work/canvas/index.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

徳久 悟 (TOKUHISA SATORU)

慶應義塾大学・大学院メディアデザイン研究科・講師

研究者番号: 50529378

参考文献

1. Malone, Thomas W. "Heuristics for Designing Enjoyable User Interfaces: Lessons from Computer Games." Proceedings of CHI 1982. Gaithersburg, Maryland, United States, 1982. 63 -68.
2. Monk, Andrew F., et al. "Funology: Designing Enjoyment." Conference on Human Factors in Computing Systems. Minneapolis, Minnesota, USA, 2002. 924 - 25.
3. Csikszentmihalyi, Mihaly. フロー体験 喜びの現象学. Trans. 今村 浩明. 京都市: 世界思想社, 1996.
4. Borchers, J. O. A Pattern Approach to Interaction Design. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2001.
5. Alexander, Christopher. A Pattern Language: Towns, Buildings, Construction. New York, USA: Oxford University Press, 1977.
6. Bateson, Gregory. Steps to an Ecology of Mind. Chicago, IL: University Of Chicago Press, 1972.
7. Wiener, Norbert. Cybernetics: Or the Control and Communication in the Animal and the Machine. Cambridge, MA: MIT Press, 1965.
8. Piaget, J. Structuralism. Harper & Row, New York, 1970.
9. Papert, S. The Children's Machine: Rethinking School In The Age Of The Computer Basic Books, New York, 1993.
10. Solomon, C., Minsky, M. and Harvey, B. Logoworks: Challenging Programs in Logo Computing Mcgraw Hill, Berkshire, UK, 1985.
11. Resnick, M., Martin, F., Sargent, R. and Silverman, B. Programmable Bricks: Toys to think with. IBM Systems Journal, 35 (3-4). 443 - 452
12. Resnick, M. Computer as Paint Brush: Technology, Play, and the Creative Society. Oxford University Press, New York, 2006.
13. Vygotsky, L.S. The Collected Works of L.S. Vygotsky: Volume 1: Problems of General Psychology, Including the Volume Thinking and Speech. Springer, New York, 1988.
14. Resnick, M., Maloney, J., Hernandez, A.s.M., Rusk, N., Eastmond, E., Brennan, K., Millner, A., Rosenbaum, E., Silver, J., Silverman, B. and Kafai, Y. Scratch: programming for all Communications of the ACM, Springer, 2009, 60 -67.
15. Vygotsky, L.S. Imagination and Creativity in Childhood. Journal of Russian and East European Psychology 42 (1). 7 - 97