

平成30年6月5日現在

機関番号：12601

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2016～2017

課題番号：16K12668

研究課題名（和文）製品のユーザ体験および機能の Design Mapを用いたデザイン発想支援

研究課題名（英文）Design Ideation Support Using Delta Design Map of User Experience and Function of Product

研究代表者

村上 存（Murakami, Tamotsu）

東京大学・大学院工学系研究科（工学部）・教授

研究者番号：20212251

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 1,600,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、機能、挙動、構造と、ユーザ体験の概念を総合し、デザイン事例群の記述、分析、新たな創案の支援を行う技術の研究を行った。まず、主語S、動詞V、目的語O、補語C、副詞語句Aにより製品の機能とユーザ体験を記述する枠組みを構築し、4カテゴリ14製品について、製品間の機能、ユーザ体験の差分をデザイン差分マップとして記述した。そして、コンピュータにより製品カテゴリをまたいだ構造、機能、ユーザ体験の類似度計算の結果、例としてカテゴリ「耳かき」のイヤースコープからカテゴリ「掃除機」におけるビデオカメラで隙間の中を見ながらノズルのようなデザインの創出が支援できたことにより、本研究の有効性を確認した。

研究成果の概要（英文）：Presently designers and engineers need to come up with creative and valuable design ideas. To support such ideation, we considered and modeled relationships between the concepts of function, behavior, structure in engineering design, the concept of user experience in product design and product value. As a framework for design ideation support, the delta design map was proposed as a method of systematically and efficiently describing and accumulating the function, behavior, structure and user experience of existing designs and searching for potential relevance among them. The delta design map was applied to 14 design examples and the proposed method indicates the relatively high similarity of functions between vacuum cleaners and ear picks. Designers might come up with the idea of a dust nozzle with a scope inspired by an ear scope, with which you can remove ear wax while watching the inside of your ear on a display. From the results, the potential of the method was confirmed.

研究分野：設計工学

キーワード：発想支援 創造性 ユーザ体験 機能 挙動 構造

1. 研究開始当初の背景

現在の国際的なものづくりの環境において、従来の高品質、低コストの追求のみでは、日本が競争力を発揮、維持することは困難になってきており、既存の製品の枠を越えた独創的で魅力的な製品の開発が望まれる。製品の新規性は、設計過程の上流段階である概念設計における設計方針によって大きく左右されるため、概念設計において創造的なアイデアを創出するための発想支援の研究の必要性が高まっている。

2. 研究の目的

心理学によれば、人間の問題解決能力は、記憶(経験、情報、知識)という材料と、記憶をそのまま再生するだけでなく現在の目的に合致するように自動的に再構成して取り出すメカニズムに依存するとされている(1)。この考え方に基づき本研究は、設計者の記憶をデザイン事例のデータベースにより、設計者の思考を系統的、網羅的な検索により、それぞれ強化することにより発想支援を実現するアプローチをとる。多数の人間による入力を統合できるデザイン事例データベースは、事例の数や製品カテゴリの範囲において、一人の人間の記憶を超えうるものと考えられ、新しいアイデアが異なる専門知識や原理からもたらされる可能性(2)の点でも有望である。

前記の目的のため、本研究ではまず、製品の機能、挙動、構造、ユーザ体験の差異によりデザイン事例群を記述するデザイン差分マップ(design map)を提案する。次に、デザイン差分マップを用いて設計者の発想を支援する方法について調べ、実装したソフトウェアツールの実行結果により有効性を検証した。

3. 研究の方法

工学設計の分野では、設計問題の系統的記述と処理において、製品の機能(function, F)、挙動(behavior, B)、構造(structure, S)によるモデル化が知られている(3)(4)。

- ・構造：形状、材質、関係などのものの性質。
- ・挙動：構造によって引き起こされる物理現象。
- ・機能：ある意図と目的での挙動の利用。

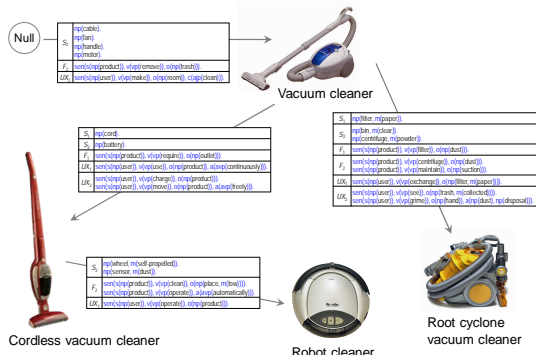
ここで、挙動とは、ユーザの意図や目的とは無関係の客観的現象の記述(例えば、「空気の流れ」)であり、機能は意図や目的に合わせた記述(例えば、「手を乾かす」(ジェットタオル)、「ゴミを吸い取る」(掃除機)、「涼しくする」(扇風機)、「髪を乾かす」(ヘアドライヤー))である。

一方、主にプロダクトデザインなどの分野では、ユーザ体験(user experience, UX)

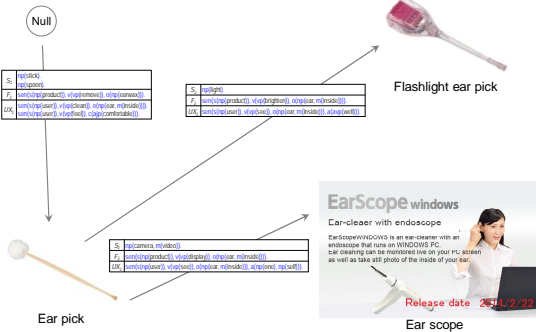
の概念が注目されている(5)(6)。ユーザ体験は、例えば、「製品、システム、サービスを使用したときや使用を想定したときに生じる人の知覚や反応。使用前、使用中、使用後に生じるユーザの感情、信念、嗜好、知覚、身体的・心理的反応、行動、達成の全てを含む。」(7)などと定義される。筆者らは、機能は「製品が(ユーザに)何をするか」、ユーザ体験は「ユーザが(製品で)何をするか」として区別することとした。例えばリアモーターカーの機能は「(製品が)人を速く輸送する」ことであるのに対し、ユーザ体験は「(ユーザが)空いた時間を有効に活用できる」などを含みうる。

本研究では、形式化と記述力のバランスを考え、機能、構造、ユーザ体験の記述を次のように定式化する。

- ・構造： 名詞句(主辞と0個以上の修飾語)で記述する。
 - ・機能： 英語の基本文型(8)などを参考に、主語(subject, S)、動詞(verb, V)、目的語(object, O)、補語(complement, C)からなる基本5文型SV、SVC、SVO、SVOO、SVOCに、程度、時間、場所などの条件を記述する副詞語句(adverbial, A)を加えたSVA、SVCA、SVOA、SVOOA、SVOCAの、10文型の文で記述する。これら文の要素の存在のみを考慮し、文中での出現順序は考慮しないので、英語、日本語など、異なる言語にも対応できる。
 - ・ユーザ体験： 機能と同じ文表現とするが、機能記述の主語は製品、ユーザ体験記述の主語はユーザ(人間)である点が異なる。デザイン差分マップは、二つのデザイン事例 design1、design2 間の機能、構造、ユーザ体験の差分(design1, design2)により記述する。デザイン差分マップの例を図1に示す。
- S1 : Design1 にはこの構造がある(design2 にはない)。
- S2 : Design2 にはこの構造がある(design1 にはない)。
- F1 : Design1 にはこの機能がある(design2 にはない)。
- F2 : Design2 にはこの機能がある(design1 にはない)。
- UX1 : Design1 にはこのユーザ体験がある(design2 にはない)。
- UX2 : Design2 にはこのユーザ体験がある(design1 にはない)。



(a) カテゴリ「掃除機」



(b) カテゴリ「耳かき」

図1 デザイン差分マップの例

記述されたデザイン差分マップにおける差分の記述を次に例示するように比較元と比較先に自動的に、連鎖的に振り分けることにより、各製品についての構造、挙動、機能、ユーザ体験を記述した（差分でない）デザインマップ（Design Map）を得る。

- ・「掃除機」と「コードレス掃除機」の構造の差分から、比較元の「掃除機」に「コード」、比較先の「コードレス掃除機」に「バッテリー」が振り分けられる。
- ・前記で「掃除機」の構造に「コード」が加わったが、「掃除機」と「サイクロン掃除機」の構造の差分には「コード」が言及されていないので、「コード」については「掃除機」と「サイクロン掃除機」に差異はないと判定し、「サイクロン掃除機」の構造にも「コード」が振り分けられる。

図1のデザイン差分マップから生成されるデザインマップの例を図2に示す。

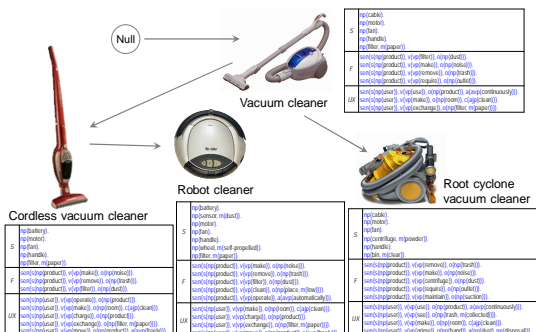


図2 デザインマップの例

デザインマップが得られると、各製品の記述を系統的、網羅的に比較することにより、異なるカテゴリの製品間での潜在的な構造、挙動、機能、ユーザ体験の類似性が検出可能となる。

語句表現によるユーザ体験、機能、構造の比較には、概念辞書の一つである日本語 WordNet (9)を用いた。WordNet では、見出し語（lemma）と、ニュアンスの違いを含めた意味の単位と考えられる同義語グループ（synonym set, synset）の関係がデータベース化されている。同義語グループには8桁の数字と品詞記号（a：形容詞、n：名詞、r：副詞、v：動詞）による識別子が与えられ、同義語グループ間には上位語（Hypernym, HYPE）下位語（hyponym, HYPO）など、22種類のリンクで概念の関係が記述されている。それによって、「ごみ」と「かす」は類似した意味を表しうることが判定できる（図3）。

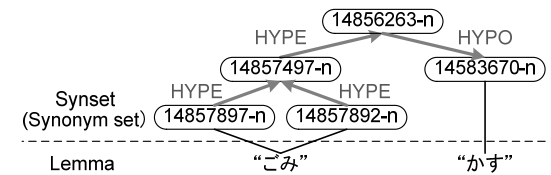


図3 日本語 WordNet の構造

関連研究として、機能と構造は間接的な関係性しか持たないにも関わらず、設計者がそこに直接的関係性を見出すことがあることが指摘されている(10)。これは設計において設計者が自らの経験や慣習に固執する傾向をもっていること、すなわち機能的固着(11)が存在することを示唆しており、設計過程において可能性の検討に抜けが生じる可能性を示唆している。デザイン差分マップの系統的、網羅的な処理によりその制約を軽減し、人間が気付かない発想のトリガーが得られる可能性がある。

4. 研究成果

4 カテゴリ 14 製品:a. 時計(a1. 置時計、a2. 懐中時計、a3. 腕時計、a4. デジタル腕時計、a5. G ショック) b. 掃除機(b1. 掃除機、b2. ルートサイクロン掃除機、b3. コードレス掃除機、b4. ロボット掃除機) c. 耳かき(c1. 耳掻き、c2. ライト付き耳かき、c3. イヤースコープ) d. たばこ(d1. 紙巻きたばこ、d2. 加熱式たばこ)について図1のようなデザイン差分マップを記述した。コンピュータは差分の記述内容を両側のデザインに振り分けて図2のようなデザインマップを生成した後、製品カテゴリをまたいだ構造、機能、ユーザ体験の類似度を語句や文の類似度として計算した結果、カテゴリ「掃除

機」とカテゴリ「耳かき」の間に機能の類似が検出された(表1)。カテゴリ「掃除機」のデザイナーはこの結果からカテゴリ「耳かき」の製品を調べることにより、例えばイヤースコープからビデオカメラで隙間の中を見ながら掃除するノズル(図4)のようなデザインの創出が支援できる可能性が示された。

表1 14 製品間の機能の類似度

(a) TC	(b) PW	(c) WW	(d) DWV	(e) GSW	(f) VC	(g) RCVC	(h) CVC	(i) RC	(j) EP	(k) FEP	(l) ES	(m) C	(n) HNBC
1	1	1	1	0.5	0.22	0.19	0.28	0.19	0.38	0.27	0.37	0.26	0.35
	1	1	1	0.5	0.22	0.19	0.28	0.19	0.38	0.27	0.37	0.26	0.35
		1	1	0.5	0.22	0.19	0.28	0.19	0.38	0.27	0.37	0.26	0.35
			1	0.5	0.22	0.19	0.28	0.19	0.38	0.27	0.37	0.26	0.35
				1	0.38	0.36	0.42	0.31	0.28	0.31	0.51	0.44	0.41
					1	0.53	0.86	0.62	0.34	0.43	0.47	0.41	0.34
						1	0.40	0.86	0.25	0.37	0.43	0.37	0.29
							1	0.75	0.42	0.51	0.55	0.46	0.39
								1	0.28	0.37	0.41	0.36	0.29
									1	0.67	0.5	0.21	0.25
										1	0.80	0.35	0.41
											1	0.43	0.35
												1	0.8
													1

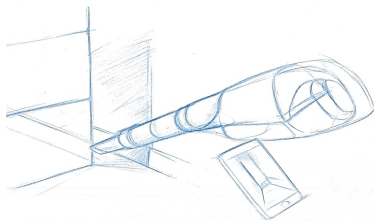


図4 ビデオカメラ付き掃除機ノズル

<引用文献>

- (1) 安西祐一郎, 問題解決の心理学, 中央公論新社, (1985), pp.46-48.
- (2) Chiu, I. and Shu, L.H., “Biomimetic Design through Natural Language Analysis to Facilitate Cross-Domain Information Retrieval”, Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing, Vol. 21, No. 1 (2007), pp.45-59.
- (3) Chakrabarti, A., Sarkar, P., Leelavathamma, B. and Nataraju, B.S., “A Functional Representation for Aiding Biomimetic and Artificial Inspiration of New Ideas”, Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing, Vol. 19, No. 2 (2005), pp.113-132.
- (4) Gero, J.S. and Kannengiesser, U., “A Function-Behavior-Structure Ontology of Processes”, AI EDAM: Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis, and Manufacturing, Vol. 21, No. 4 (2007), pp.379-391.
- (5) Hassenzahl, M., “The Thing and I: Understanding the Relationship between User and Product”, Funology: From Usability to Enjoyment, Blythe, M. et al., eds., Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands, (2003), pp.31-42.

- (6) Hassenzahl, M., “User Experience (UX): towards an Experiential Perspective on Product Quality”, Proceedings of the 20th Conference on Interaction Homme-Machine, Metz, France, (2008), pp.11-15.
- (7) ISO 9241-210:2010 Ergonomics of Human-System Interaction - Part 210: Human-Centred Design for Interactive Systems, <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9241:-210:ed-1:v1:en> (accessed 2016-06-15).
- (8) 安藤貞雄, 英語の文型, (2011), 開拓社.
- (9) Isahara, H., Bond, F., Uchimoto, K., Utiyama, M. and Kanzaki, K., “Development of the Japanese WordNet”, International Conference on Language Resources and Evaluation (LREC) 2008, (2008), pp.1-4.
- (10) Gero, J.S., “Design prototypes: a knowledge representation schema for design”, AI magazine, Vol.11, No.4 (1990), pp.26-31.
- (11) Adamson, R.E., “Functional fixedness as related to problem solving: a repetition of three experiments”, Journal of experimental psychology, Vol.44, No.4 (1952), pp.288-291.

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4件)

村上存 他, 機能・挙動・構造およびユーザ体験に基づくデザイン差分マップを用いたデザイン発想支援、日本機械学会第27回設計工学・システム部門講演会、2017年9月14日、下関、pp.1-10.

Tamotsu MURAKAMI et al., Proposal of Delta Design Map Based on Function, Behavior, Structure and User Experience for Design Ideation Support, ASME 2017 International Design Engineering Technical Conferences & Computers and Information in Engineering Conference (IDETC/CIE 2017), 査読有、2017-08-09, Cleveland, Ohio, USA, pp.1-9.

村上存 他, デザイン発想支援のためのデザイン差分マップの提案、Design シンポジウム 2016、2016年12月、大阪、pp.1-6.

村上存 他、デザイン発想支援のための
Design Map の提案、日本機械学会第 26 回
設計工学・システム部門講演会、2016 年
10 月 8 日、横浜、pp.1-7 .

6 . 研究組織

(1)研究代表者

村上 存 (MURAKAMI, Tamotsu)

東京大学・大学院工学系研究科・教授

研究者番号：20212251