

言語的説明の身体化のための実験システム構築

Experimental System for Embodiment of Linguistic Explanation

岩根 典之^{*1}, 吉田 誠^{*2}
 Noriyuki IWANE^{*1}, Makoto YOSHIDA^{*2}
^{*1}広島市立大学
^{*1}Hiroshima City University
^{*2}岡山理科大学
^{*2}Okayama University of Science
 Email: iwane@hiroshima-cu.ac.jp

あらまし: デジタル教材の触力覚に関係する知識の記述に対してわかりやすい説明を支援するため, 学習メディアのひとつとして力覚デバイスを導入し, 具体的な事例を通じてその可能性を探っている. 本稿では, 学習メディアを通じて伝えたい知あるいは知りたい知がどれだけ伝わるのか (わかるのか) を調査する実験システムの基本部分について検討する.

キーワード: デジタル教材, 説明支援, 身体知, 形式知, マルチモーダルインタフェース, 力覚デバイス

1. はじめに

教科書のような教材は説明的文章であり, その著者は学習内容と想定読者に対して学習目標に応じた説明を展開する. 映像音声提示が可能なデジタル教材となったとしても, 人間の知識処理を考えれば言語的な説明が中心になることが多いはずである. 説明は, 基本的に問いに対する答えである. 教材は著者が自ら設定した暗黙的あるいは明示的な問いに答えた設計物である. その設計物には設計意図に基づいた論理的な構造や物理的な構造がある. 文章の構成であったり, 論理の展開であったりする. 前者は節構成や段落構成などであり, 後者は説明の流れ, すなわち明示的に接続詞で示されていたり, 暗黙的に省略されていたりする. 主体的な学習者は説明内容に対して, 著者による文章構成や論理展開を共有し, 問いや答えを見出しながら理解していく. 一方, 教材で説明される知識には様々なものがある. 概念的なものや記号操作的なものはその知識を言語情報だけでも伝えられる. 学習者は具体例を考えて抽象化したり, 実際に記号を操作したりすれば納得できる. しかし, 身体動作を伴う知識は体験したことがなければ直感的にはわかりにくい. 言葉を尽くしても, 映像や音声で補足したとしても実際はどうなのだろうという感覚はぬぐえない. 例えば, 陶芸入門書などに「ろくろは両手にかかる力加減で急に形が崩れる」というような説明の記述がある. 言語的な意味やイメージはなんとなくわかる. 形が崩れた写真があればどう崩れるのかもわかる. 映像であればその経過も見える. しかし, 現状では「力加減」との関係を実感的に伝えるのは困難である. 伝えたい知, 知りたい知に対してもっとわかりやすい説明支援が必要である. デジタル教材において, デジタル教材だからこそ, よりよい説明のための新しい伝達手段が求められる. 本研究ではデジタル教材におけるよりわかりやすい説明支援を目指している⁽¹⁾⁽²⁾.

2. 実験システム

図1は, 陶芸でコテを使ったロクロ成形を想定した実験システムの基本構成である. 同図上の矢印の右左では, スタンドに固定したフォースゲージ先端のコテで粘土を成形しながらコテにかかる力の時系列を計測してデジタル化する. スタンドは点線方向に沿ってスライドできる. また, コテの傾きはスタンドの角度 θ を通じて変更できる. 一方, 同図下の矢印の左右では, 力の時系列データから反力を計算し, 力覚デバイスを通じてユーザに提示し, その感覚を言語表現する. 反力の提示と生成には, Novint Falcon とその SDK を利用する. 実験システムでは, 映像のみ、映像音声のみ、映像+力覚などのメディアの組み合わせや身体動作による効果も評価する. そのため, HMD, プロジェクタ, モーションキャプチャなどの装置を導入する. なお, 同図の上下の矢印は力計測と力生成の連携を意味する.

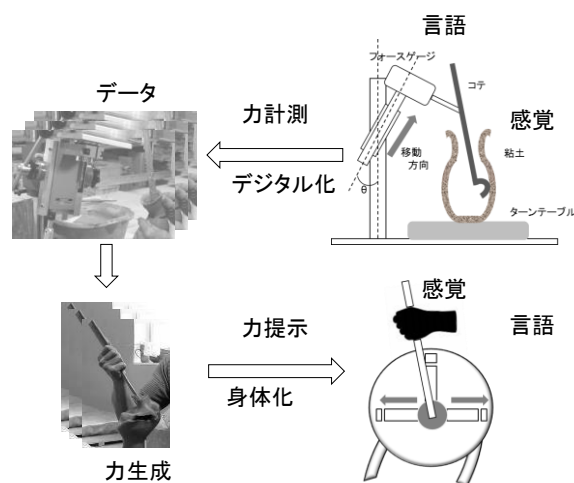


図1 基本構成

3. 実験システムの動作確認

評価実験に向けて力計測と力生成を確認した。

3.1 力計測

図 2 は陶芸工房における力計測の例である。同図上の写真は、実験装置を通じたコテによるロクロ成形時に粘土が崩壊した様子である。左端の写真は、コテのみで粘土を崩壊させようとしてスタンドからの力がかかり過ぎた結果である。そのため片手を粘土の外側から添えて試した結果が中と右端の写真である。また、同図下のグラフはコテの角度を変更して粘土が崩壊する前後を計測した力の変化を示している（スタンド角度 $\theta = 5, 10, 15^\circ$ ，サンプリング周期 100Hz）。崩壊の瞬間に力が大きく変化していることは計測できているが、片手を添えた影響で崩壊前までの力が不安定でノイズも拾っているようである。

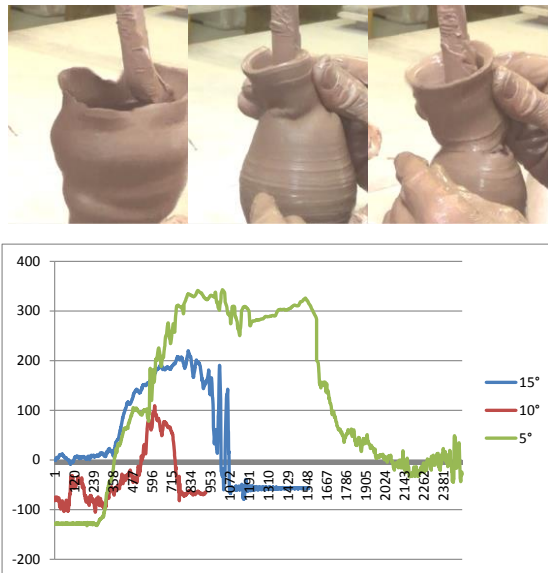


図 2 ロクロ成形の力計測

3.2 力生成

図 3 は実験的に力を生成して力覚デバイスで提示した力を計測した例である。同図の写真は力を生成し、提示計測している様子である。また、上のグラフは一定の力（2.5N の力生成パラメータ値とその 40% 値）、下のグラフはリニアに増加する力（0N～1N）を生成して計測した結果である。上のグラフから力を提示した瞬間からノイズが乗り徐々に安定していく様子が見える。下のグラフから提示する力が変化すると、突然のノイズ発生など想定した力が提示できないことがあることがわかる。

4. 身体化の評価に向けた課題

図 1 からわかるように、実際に手でコテを持って体験する感覚やその言語表現をデジタル化することはできない。直接手にかかる力を体験しながら計測するには高価な装置が必要となる。また、力計測

時に片手は内側のコテに沿って外側から添えている。その添えた手の動作が力計測に影響する。評価に向けて可能な範囲で実験システムの調整とデータ収集が必要である。コテ形状の見直しや、力のサンプリング間隔や補正などをどうするか検討が必要である。リアルとバーチャルをどのようにミックスしてオーグメントするか十分考慮する必要がある⁽³⁾。

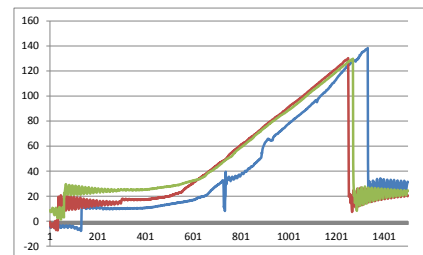
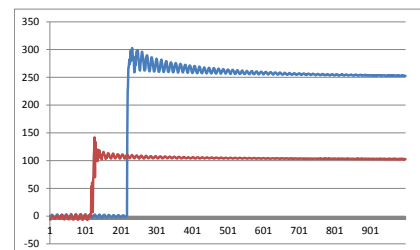
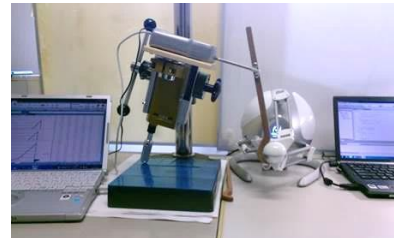


図 3 力生成とその計測

5. おわりに

デジタル教材における説明支援のための実験システムとその基本構成要素の動作確認について述べた。今後、実験システムを調整し、ロクロ成形データを用いた評価実験をする。そして、様々な対象や事例から従来のマルチメディアと力覚デバイスなどを組み合わせることで、どのような知に対して、どの程度効果があり、知の伝達手段としてどの程度有用か探っていく予定である。

参考文献

- (1) 岩根典之, 吉田誠: “陶芸初心者のための形式知の身体化について”, 教育システム情報学会中国支部研究発表講演論文集, 第 14 巻第 1 号, pp.17-18 (2014)
- (2) 岩根典之, 吉田誠: “陶芸スキルを題材とした言語的説明の身体化”, 教育システム情報学会第 39 回全国大会講演論文集, pp.207-208 (2014)
- (3) Milgram, P. and Colquhoun, H., A taxonomy of real and virtual world display integration, in Y. Ohta and H. Tamura (eds), Mixed Reality: Merging Real and Virtual Worlds, Ohmsha Ltd and Springer-Verlag, pp. 5-30 (1999)