

# The cognitive benefits of interactive videos: learning to tie nautical knots

Stephan Schwan, Roland Riempp

## Introduction

- ここ 20 年におけるコンピュータシステムの発展
  - dynamic visual media(インタラクティブビデオ, ハイパービデオ, バーチャルリアリティなど)の使用が容易に: 瞬時に大量の情報の処理, 提示が可能になる
  - ✧ これらのメディア(new media)の特徴
    - 非線形構造
    - 複数の表象を同時に使用可能
    - インタラクティブ性: ユーザに“何”を“どのように”提示するかを決定させることができる
- 本研究: インタラクティブ性に焦点を当て検討を行う

## 1. The cognitive benefits of media-based information over direct experience

- メディアをベースとした情報提示の利点
  - ユーザの要求に対して, 提示する情報の構造を変化可能
  - ✧ ビデオにおける例: 異なるレンズの使用, 複数のカメラの使用, 動画の編集など
- これまでのメディア研究
  - メディアをベースした情報も直接経験と同じように扱うことが可能 (Messaris, 1994 など)
  - ✧ 例. 絵や写真を使っても, 直接見たのと同じように扱える
  - 映像(動画)の編集による理解の促進(Schwan, Garsoffky, and Hesse, 2000)
  - ✧ 編集(短縮)したビデオで, 編集していない物と同程度の理解を可能に(Schwan and Garsoffky, 2004)
  - 映画監督は複数の視点で撮影を行い, 状況に応じたベストの視点を利用(Blanz, Tarr, & Bulthoff, 1999)
  - ✧ 日常経験においては特定の視点に制限され, 変化させることは困難(Garsoffky, Schwan, & Hesse, 2000)
- メディアをベースとした情報提示の特徴
  - 情報の提供者と受信者の住み分け
  - ✧ 提供者によって, 情報の構造等が決定される: 提供者による受信者の予測
    - 典型例. 映画やテレビ
      - ただし, 情報の流れやペースが一定であり, 視聴者の活動は制限される

## 2. The benefits of interactive media over non-interactive media

- ・ 直接経験に対するメディアの利点：ユーザの要求に対して、提示する情報の構造を変化可能
  - しかし、この利点は現在のところ限られている
    - ◇ 伝統的なマスメディア：テレビ、ラジオ、映画...
      - “平均的なユーザ”を想定：個人個人の要求には対応していない
- ・ インタラクティブメディア
  - 情報の提供者と受信者のよりバランスのとれたアプローチ
    - ◇ 個人の要求に対して対応可
  - 内的資源と外的資源の相互作用
    - ◇ 具体例. “epistemic action” (Kirsh and Maglio, 1994)
      - より人間が問題を解きやすいように問題の性質を変化させる行為
        - テトリスによる例
          - ◇ 速度が遅いとき：頭の中で回転させてから落とす (メンタルローテーション課題)
          - ◇ 速度が速いとき：実際に回転しながら考える (パターンマッチング課題)
        - 認知処理の促進：インタラクティブメディアの利点
- ・ これまでの非インタラクティブな教育ビデオ：テトリスの例に類似
  - 自分では速度を変えられない：状況に応じた対応が難しい
    - ◇ ビデオや映画を用いた学習における、理解不足、オーバーロードの報告も多数(Seelらなど)
  - インタラクティブビデオ
    - ◇ 状況に応じた対応が可能
      - インタラクティブ性が負荷となる(Conklin, 1987, Schnotzら 1999)
        - インタラクティブな特徴により、こうしたり、ああしたりということを頭の中に覚えておかなければならない
      - Human-Computer Interaction の領域：インタラクティブな特徴は負荷を低く保つようにデザイン可能
        - 最小限の負荷での知覚-行為(Norman, 1988, Zhang & Norman, 1995)

## 3. Experimental overview

- ・ インタラクティブメディアの利点：インタラクティブ性
  - インタラクティブ性の効果を実験で検討
  - 対象：nautical knots
    - ◇ なぜ、これを対象に?
      - 連続的な運動スキルである
        - アニメーションや動画で示すとよいとされる(Park and Hopkins, 1993)
      - ビデオによる直接的なデモンストレーション、インタラクティブ性の効果が期待される
        - 何回も繰り返すことが容易でコストも低い
      - 難易度や困難度を操作可能(McLeay & Piggins, 1998)



- インターフェース
  - ◇ Quicktime に似たインターフェースに
    - 操作に対する負荷を最小限にするため



- 仮説
  - インタラクティブ条件は、インタラクティブな操作を実際に使用する
  - インタラクティブな操作の使用により、努力の分配方法が異なる
    - ◇ 場所により視聴時間が異なる
  - 努力の分配が異なることにより、より効果的な方法で運動学習が可能となる
  - その効果は、簡単なものよりも、難しいもので顕著となる

## 4. Method

### 4.1 Subjects

- Offenburg 大学の学部生 36 名
  - 男性 24 名，女性 8 名：全員先行経験なし
    - ◇ 謝礼あり
  - 半分为 interactive 条件，半分为 non-interactive 条件

### 4.2 Stimulus material and experimental setting

- “Learning to sail interactively” という CD-ROM（市販）を使用
  - 映像例：図 1
  - 音声，音楽はなく，14 秒～35 秒のビデオ
    - ◇ 困難度の異なる 4 タイプの結び方が紹介
      - double half hitch, clear wind, anchor bend, bowline（左から順に難しくなる：2 人のエキスパートにより困難度を決定）



Fig. 1. Video still from one of the experimental videos.

- 実験条件
  - non-interactive 条件：18名
    - ◇ 何度でも視聴可能だが，最初から最後までを通して見ないと行けない
      - 一時停止や速度調整はできない
  - interactive 条件：18名
    - ◇ 何度でも視聴可能であり，ビデオの操作が可能
      - 一時停止，コマ送り，再生，逆再生，速度の変化が可能

#### 4.3 Experimental design and procedure

- 2（条件）×4（難しさ）の実験デザイン
  - 条件（被験者間）：non-interactive, interactive
  - 難しさ（被験者内）：double half hitch, clear wind, anchor bend, bowline
- 手続き
  - 時間
    - ◇ 個人セッションで 80～120 分
  - 教示
    - ◇ 4つの結び方を，ビデオを見て実際に練習することで学習するように教示
  - 練習フェーズ（1フェーズ）の後，学習フェーズ（4フェーズ）
    - ◇ 学習フェーズ
      - 何度でも視聴可能。ただし，練習はビデオが止まっている時のみ許可
        - 見ながら練習ということはできない（させない？）
      - 学習者が正確に結ぶことができると思うまで学習するように教示
        - 学習後，実験者に対し実演を行い，ちゃんとできていることを確認したところで次のフェーズへ
  - インタビュー，空間テスト，ユーザビリティアンケート

#### 4.4 Data analysis

- 学習フェーズの行動
  - ビデオの操作，ビデオを視聴している時間，練習している時間など
    - ◇ 自動的に取得

### 5. Results

#### 5.1 Individual differences

- 結ぶこと，コンピュータ，インタラクティブなソフトウェアの使用経験，空間能力に差はなし

#### 5.2 Learning outcomes

- 学習フェーズ毎に実験者が直ちにきちんと結べているのか確認しているために，全被験者を分析の対象とする

### 5.3 Learning time

- 学習時間（全体の時間，ビデオ視聴時間，練習時間）の結果：表 1
- 全体の時間の結果（2（条件）×4（難易度）の分散分析）
  - 条件の主効果( $p < .01$ ),難易度の主効果( $p < .01$ ),交互作用( $p < .05$ )が有意
    - ◇ Non-interactive 条件が interactive 条件よりも大幅に学習時間が長い(タイプによって異なるが, 概ね 66~95%程長い)
- ビデオ視聴時間と，練習時間に分けて分析
  - ビデオ視聴時間の結果（2（条件）×4（難易度）の分散分析）
    - ◇ 困難度の主効果( $p < .01$ )あり，条件の主効果( $p > .05$ ), 交互作用( $p > .10$ )は認められず
      - どの結び方においても，non-interactive 条件の方が短くなっているが，ほぼ同程度とみなすことができる
  - 練習時間の結果（2（条件）×4（難易度）の分散分析）
    - ◇ 条件の主効果( $p < .001$ ), 困難度の主効果( $p < .001$ ), 交互作用( $p < .01$ )が有意
    - ◇ ビデオ視聴時間と異なり，条件の差が顕著に表れる
      - どの結び方においても，non-interactive 条件は interactive 条件の 2~3 倍程度の練習時間

Table 1

Means (M) and standard deviations (SD) of overall learning time, viewing time and practicing time in the different experimental conditions

			Double half hitch	Cleat wind	Anchor bend	Bowline
Overall learning time	Non-interactive	M	13.5	31.6	25.7	34.3
		SD	5.7	13.9	11.9	13.6
	Interactive	M	7.6	19.0	13.0	20.5
		SD	4.4	12.0	6.8	9.1
Viewing time	Non-interactive	M	6.6	10.5	10.1	12.3
		SD	2.5	4.2	4.0	4.2
	Interactive	M	4.1	9.7	7.7	9.9
		SD	1.5	4.7	3.3	3.9
Practicing time	Non-interactive	M	6.9	21.1	15.6	22.0
		SD	3.4	11.0	8.9	10.9
	Interactive	M	3.6	9.2	5.2	10.6
		SD	3.3	8.2	4.1	5.6

### 5.4 Usage of interactive features

- インタラクティブ性の結果：表 2
  - 非常によく使用しており，困難度に強く関連している
    - ◇ 一要因の分散分析の結果
      - スローモーション（上から 2 つ目），早送り・巻き戻し（上から 4 つ目）において有意差が認められる
    - ◇ 実験後のインタビュー結果
      - 被験者のほとんどが，インタラクティブな特徴を難しい場所に対応するために使用したと発言
    - ◇ ばらつきの分析（一番下）
      - 個人個人において，各レームの平均視聴時間を測定し，標準偏差を算出

- 標準偏差の平均を分析
  - 有意差が認められる( $p < .001$ )

Table 2  
Means (M) and standard deviations (SD) of use of interactive features for the four different knots

		Double half hitch	Cleat wind	Anchor bend	Bowline
Number of stops (without practicing)	M	3.3	2.7	3.5	2.3
	SD	3.7	1.5	1.5	1.6
Number of slow motions	M	1.5	7.7	6.3	10.1
	SD	2.0	7.0	5.5	8.4
Number of time-lapses	M	14.8	17.1	18.7	23.3
	SD	12.9	14.4	13.8	11.0
Number of direction changes	M	16.0	22.9	24.7	31.7
	SD	13.1	17.6	17.8	15.1
Variability of viewing time across video	M	2.1	4.0	3.4	5.3
	SD	1.2	2.2	1.9	2.2

## 6. Discussion

- ・ 本研究 : Dynamic visual media において, インタラクティブ性を持つことの効果の検討
  - 実験結果から
    - ◇ 特定の条件において, スキル獲得のプロセスを加速させる
      - 難しい結びの時により操作
        - 操作の例 : 加減速, 停止, 逆再生 . . .
        - ◇ Reading の方略(Bazerman, 1985, Guthrie & Mosenthal, 1987)に類似
      - interactive 条件と non-interactive 条件の学習時間の差
        - 全体 : non-interactive 条件は interactive 条件の約 2 倍
        - 視聴時間に限るとほぼ同じだが, 練習時間が non-interactive 条件の方が長い  
→interactive 条件はより良い学習方略を確立 (短い練習時間で技能を取得)
- ・ インタラクティブなメディアを用いた関連研究
  - 本研究と同様の効果 : 折り紙の学習(Shyu & Brown, 1995)
  - 学習成果の促進が得られない(Lowe, 1999, Schnotz et al., 1999)
  - これらの違いは??
    - ◇ 学習対象の違い
      - Shy : 手続き的なスキル
      - Lowe : 天気図
      - Schnotz : 抽象的な概念知識 (気象力学)
    - Lowe, Schnotz : 概念学習において, インタラクティブな特徴を適切に使用する学習方略を持っていないのではないか
- ・ まとめ
  - 概念的なタスクでは難しい
  - 手続き的な学習タスクと直感的なインターフェースを結びつけることが重要だね