

# The interactivity effect in multimedia learning

## Chris Evans, Nicola J. Gibbons

### 1. Introduction

- 本研究の目的
  - ✓ 「コンピュータベース学習環境における学習プロセスを、インタラクティブ性が促進する」という証拠が存在するのかを検討すること
- インタラクティブ性
  - ✓ コンピュータベースの学習環境において、効果的であると考えられている
  - ✧ Drave(2000)：コンテンツよりも、インタラクティブ性の質が重要である
  - ✧ Sim(1997)：認知スキルの発達、知識獲得において重要な役割である
  - しかし、インタラクティブ性が本当に学習者の成績を向上させるのかという点について、体系的な研究はほとんどなされていない
- コンピュータベースの学習環境：多くのデザイン原則が提案
  - ✓ multimedia principle, coherence principle, spatial contiguity principle...
  - これらに対する実証は強固なものがあるが、一般に非インタラクティブな状況であった  
(キーボード入力、マウスクリックなどをしておらず、中断されないナレーション付アニメから構成)
- インタラクティブ性が埋め込まれたコンピュータベースの学習環境
  - ✓ 学習者に情報の流れ（タイミングや内容の流れ）を委ねることができる
  - ✧ ボタンクリック：学習者が次に見たいということを示し、それを見せることが可能
  - ✧ 多項選択式問題：自己査定に対する有効なフィードバックが可能
  - 本研究は、このようなインタラクティブ性の提供が実際に学習を促進させるのかについて検討を行うことを目的とする

#### 1.1 Interactivity and interactive computer systems

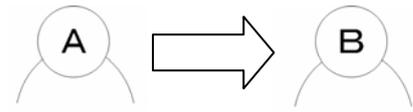
- インタラクティブ性：様々な学習環境を記述する方法として使用(Moore, 1989; Schrum & Berge, 1997)
  - ✓ 生徒間のインタラクション: student-student interaction
  - ✓ チュータとのインタラクション: teacher-student interaction
  - ✓ 学習コンテンツとのインタラクション: student-content interaction
    - ✧ 学習者から始まるインタラクション
      - 学習者が情報を探す行動
        - 本の中から何かを探す、テレビの番組を探すなど
    - ✧ 教材から始まるインタラクション
      - 学習者に対して入力を求める
        - ボタンのクリック、質問への回答：コンピュータベースメディアの特徴  
(TVや、映画、遠隔教育のテキストなどのような、一方的な情報の流れではない)

- 本研究：Evans and Sabry(2002)によるインタラクションのモデルを使用

- ✓ Evans らのモデル：three-stage model

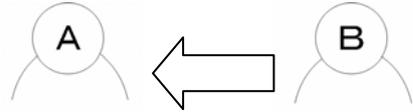
- ◇ Initiation

- エージェント A がエージェント B に入力を求める



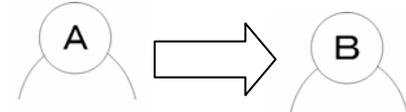
- ◇ Response

- エージェント B が入力



- ◇ Feedback

- エージェント A が入力を受け付け、エージェント B に情報を返す



→すべての段階でエージェント間での情報のやり取りが存在

- ✓ Evans ら：コンピュータから始まるインタラクションはすべてこのモデルで記述可能

- ◇ 例. ナビゲーション, ペースのコントロール

1. ボタン (コントロール) の提示：computer initiation
2. 学習者がボタンを押す (コントロールの使用)：learner response
3. 学習者への新しい情報の提示：computer feedback

- ◇ Non-interactive：コンピュータから始まるインタラクションがない

- ◇ Interactive：コンピュータから始まるインタラクションが本質的な内容

## 1.2 Active and passive learning hypotheses

- 本節：2つの仮説を考慮

- ✓ active learning hypothesis

- ◇ インタラクティブ性により, 学習コンテンツに対してより積極的に関わりを持つ

- ✓ passive learning hypothesis

- ◇ コンテンツに変わりがなければ, インタラクティブ性は特別な効果を生まない

- active learning hypothesis

- ✓ 構成主義のモデルが由来 (Jonassen, 1992; Mayer, 1999,2001)

- ◇ 学習プロセス：受けた情報と個人個人の先行知識をベースとして構築されていく

- 学習システムとのインタラクション：情報を受ける, 処理するという点においてアクティブな関わりを持つ

- ボタンのクリック：受けた情報に対しての決断

- 多項からの選択：どのような情報を受けたのかを決断

→非インタラクティブなシステムよりも学習が促進：インタラクティブ効果

- passive learning hypothesis

- ✓ 情報や知識の情報転送モデルが由来

- ◇ 学習プロセス：領域の専門家 (例. レクチャーや教科書) からの情報の転送による

- ◇ 学習者の役割：情報の受け手

- 単純に記憶される

- ◇ 重要なことはコンテンツの質であり, インタラクティブ性は関係ない

- ・ アニメーション，個に対応した学習による先行研究：インタラクションは有効であることが示唆される
  - ✓ Rieber(1990)
    - ◇ ニュートン力学を対象とし，多項選択式の質問の後にアニメーションを見ると成績が向上
    - ◇ 宇宙船を操作できるシミュレーションを使用すると成績が向上
  - ✓ Moreno ら(2001)
    - ◇ 植物，生物学の授業において，プラントのデザインを選択することにより成績が向上
- ・ インタラクティブ性の効果の直接的な証拠
  - ✓ Mayer ら (2003)
    - ◇ 電気（モータ）の授業において，説明を出すタイミング，命令を選択できるインタラクションにより問題解決の成績が向上
- ・ 本研究：これらの研究をベースとし，記憶と理解という観点からインタラクティブ性の効果を検討
  - ✓ 記憶：保持テストにより測定
  - ✓ 理解：転移（問題解決）テストにより測定
- ・ 仮説
  - ✓ active learning hypothesis：インタラクティブな条件が成績がよい
  - ✓ passive learning hypothesis：成績はインタラクティブ性によらない

## 2. Method

### 2.1 Participants

- ・ イギリスのビジネス・マネジメント専攻の大学 2 年生 33 名（男性 22 名，女性 11 名）
  - ✓ 年齢：19～25 歳
  - ✓ 領域の初心者を対象：物理や工学がバックグラウンドでない学生を対象

### 2.2 Materials and apparatus

- ・ 2 種類のコンピュータベースの学習環境を構築
  - ✓ NI system(no interactive system)：図 1
    - ◇ Mayer and Gallini(1990)のコンピュータベースバージョン
      - ラベル（テキストによるアノテーション）が貼られたポンプの図（静止画）
        - 12 段階で構成され，左側に 6 段階（ポンプを下げる段階），右側に 6 段階（ポンプをあげる段階）を表示
        - オリジナルバージョンとの違い
          - ◇ 真空に関する公式，円筒における空気の圧縮に関する段階を追加
            - より深い理解を期待
  - ✓ I system(interactive system)
    - ◇ 3 つのインタラクティブなイベントが埋め込まれている
      - ペースのコントロール：図 2，図 3
        - ラベルの貼られていない図の提示
          - ◇ Repeat ボタンのクリックにより部品のラベルが提示
          - ◇ Next ボタンで該当段階のアニメーションが提示
            - アニメーションに伴い，言語記述，音声で提示される

- Interactive self-assessment questions(ISAQs) : 図 4
    - 問題が提示され, 5つのオプションが提示される. その内, 正解と思われる1つを選びドラッグすることで回答
      - ◇ 選択したものが正解の時
        - なぜ回答が正しかったのかについての言語説明がフィードバック
      - ◇ 選択したものが誤答の時
        - 間違っていたテキストボックスが視覚的に排除される
        - なぜ間違っていたのかについてのフィードバック
  - Interactive simulation : 図 5
    - ポンプ操作と風船のふくらみをシミュレーション可能
- ※すべてのイベントには効果音がついている (バルブの開く音, 閉まる音など)

・ プレテスト

- ✓ 一画面で構成
- ✓ 質問内容: 「自転車のポンプはどのように動くのかを, ポンプについて全然知らない人にも分かるように説明してください」
  - ◇ テキストボックスにタイピングで自由回答

・ ポストテスト

- ✓ 5問の自由記述問題 (うち, 2問が保持テスト, 3問が転移テスト): Mayer(2001)と同様のもの
    - ◇ 保持テスト
      - 自転車のポンプはどのように動くのかを, ポンプについて全然知らない人にも分かるように説明してください: 12点満点
      - なぜポンプに空気が入るのでしょうか? なぜポンプから空気が出て行くのでしょうか?: 2点満点
    - ◇ 転移テスト
      - ポンプの信頼性をあげるにはどうしたらいいのだろうか?
      - ポンプの効率をよくするにはどうしたらいいのだろうか?
      - ポンプを引いても押しても空気が入りません. なにが悪いのだろうか?
- ※ それぞれ 2点満点

・ 学習環境

- ✓ Macromedia の Authorware7 にて作成
- ✓ OS は MacOS 10.2, Windows2000 のいずれか (使用したコンピュータールームにより異なる), 17インチディスプレイを使用

## 2.3 Procedure

- 33 名を 2 条件にランダムに割り振り
  - ✓ I 条件：16 名（男性 13 名，女性 3 名）
  - ✓ NI：17 名（男性 9 名，女性 8 名）
- 約一時間のセッション
  - ✓ 2 つの実験室で同時に実験
  - ✓ 実験終了後採点

## 3. Results

### 3.1 Post-test scores

- ポストテストの成績：表 1
  - ✓ それぞれのテストにおいて t 検定を実施
    - ◇ 全体の成績，保持テスト：条件間に差は認められず
    - ◇ 転移テストの成績：条件間に差が認められ，I 条件の方がよい成績

Table 1  
3Post-test scores

System	Overall		Retention		Transfer	
	Mean (out of 20)	Standard deviation	Mean (out of 14)	Standard deviation	Mean (out of 6)	Standard deviation
I ( <i>n</i> = 16)	11.4	2.8	8.9	2.8	2.5*	0.9
NI ( <i>n</i> = 17)	11.9	2.6	10.1	2.1	1.8	1.0

\*  $p < .05$ .

### 3.2 Lesson and test timings

- 学習時間，保持テスト，転移テストにかかった時間：表 2
  - ✓ 学習時間：I 条件が有意に長い
  - ✓ 保持テスト，転移テストの時間，テスト全体の時間：NI 条件が有意に長い

Table 2  
Lesson and post-test time results (in seconds)

System	Lesson time (s)		Retention-test time (s)		Transfer-test (s)		Total post-test time (s)	
	Mean	Standard deviation	Mean	Standard deviation	Mean	Standard deviation	Mean	Standard deviation
I	1583.0*	395.7	435.5	176.6	349.9	165.6	785.5	297.7
NI	498.7	124.7	568.5**	189.6	592.3*	249.9	1160.8*	313.5

\*  $p < .001$ .

\*\*  $p < .05$ .

### 3.3 Relation between scores and timings

- 学習時間と転移テストの成績の相関分析：表 6
  - ✓ 学習時間と転移テストの成績間に相関は認められず（条件をつぶす?）
- 学習時間とテストにかけた時間（全体）の相関分析：表 7
  - ✓ 相関は認められず
  - ✓ 転移テストにかけた時間，保持テストにかけた時間に分けて分析しても同様の結果
  - ✓ I条件においては，学習時間とテストにかけた時間（全体）に正の相関が認められた（ $p = .03$ ）

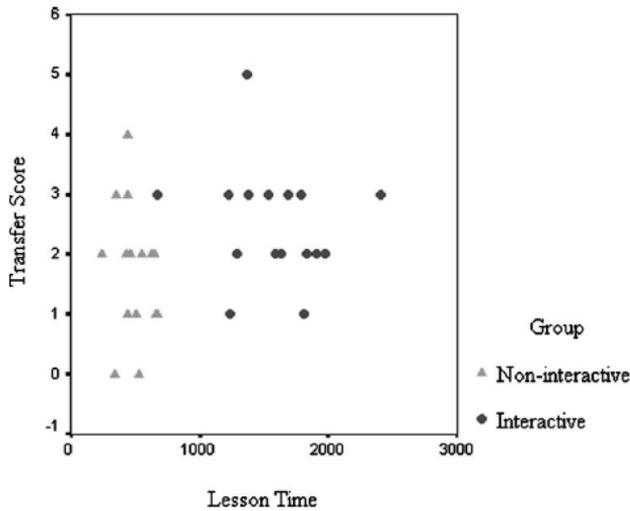


Fig. 6. Correlation between time spent on lesson and transfer score.

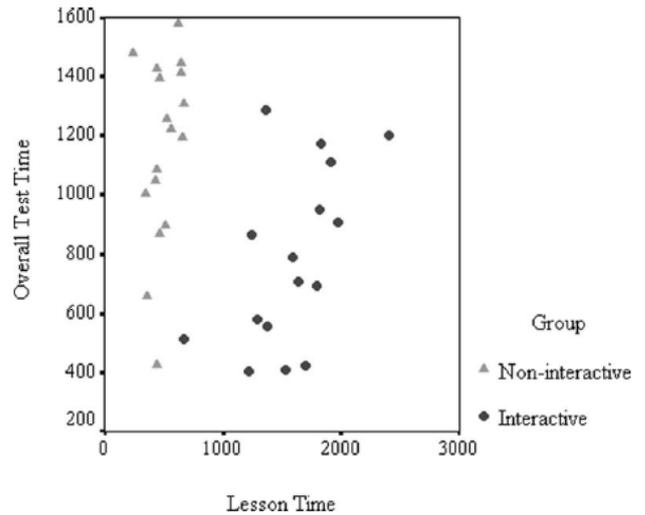


Fig. 7. Correlation between time spent on lesson and time spent to complete post-test.

## 4. Discussion

- テスト成績の結果から
  - ✓ インタラクティブ性を追加したコンピュータベースの学習環境は学習・理解の深さを増すことを示す
    - ✧ 転移テストの成績が I 条件の方がよかったから
      - 理解の増加は，必ずしも学習・記憶の幅に伴う訳ではないので，I 条件が保持テスト（記憶）で成績が有意に成績がよい訳ではなかったのだろう
    - ✧ 転移テスト（理解）の結果：active learning hypothesis に一致，passive learning hypothesis に不一致
      - インタラクティブ性により学習成績が向上
  - ✓ Mayer and Chander(2001)：同様の結果をシンプルなインタラクション環境で得る
    - ✧ 条件：インタラクティブ条件対非インタラクティブ条件
      - インタラクティブ性：ボタンのクリックにより次のステージに進む
    - ✧ 結果
      - 授業に対する主観的な判断：条件間に差は現れず
      - 転移テスト：インタラクティブ条件の方が成績高し  
→インタラクティブ性によりアクティブに学習したのだろう。

- ✓ 時間の分析
  - ◇ I 条件：NI 条件よりも有意に学習時間が長い
    - 2つの付加的な活動(ISAQs, シミュレーション)を埋め込んだからだろう
  - ◇ 転移テストの成績差は学習時間の差では説明できない:学習時間と転移テストの成績の間に相関がないため
    - 学習方略が I 条件と NI 条件では異なっていたのだろう
  - ◇ 転移テストにかかった時間
    - I 条件が NI 条件よりも有意に短い：学習の促進
      - 記憶に関しても active learning hypothesis が認められた
- ✓ Riber(1990)
  - ◇ アニメーションが学習を改善するのは、規則との結びつける機会を与えられた時に限る
  - ◇ 本研究
    - ISAQs とインタラクティブなシミュレーションがこれに相当
- ・ おわりに
  - ✓ 本研究の結果：インタラクティブ性により、より深い理解が得られるという結果を得る
    - ◇ 記憶に関しては弱い証拠：テストにかけていた時間が短かったというだけ
      - 保持テストよりも転移テストの方が効果がやすいという先行研究に一致 (Mayer,2001)
  - ✓ 本研究の課題、今後の展開
    - ◇ 被験者：工学や物理の知識を持っていないものを対象
      - 他の被験者（科学を専門としない人，8～11 歳のような子供など）でも同様の結果となるのか要検討
    - ◇ 記憶に対するインタラクティブ効果は再現されるものなのか？
    - ◇ 本研究で採用した 3 つのインタラクティブ性を分けて検討する必要もあるね
  - ✓ 意義
    - ◇ インタラクティブ性による学習の促進：次の世代の e-learning に重要
      - 今のシステムの多くは非インタラクティブ
    - ◇ 初期の段階では、インタラクティブ性を埋め込むことが重要という理由を示した

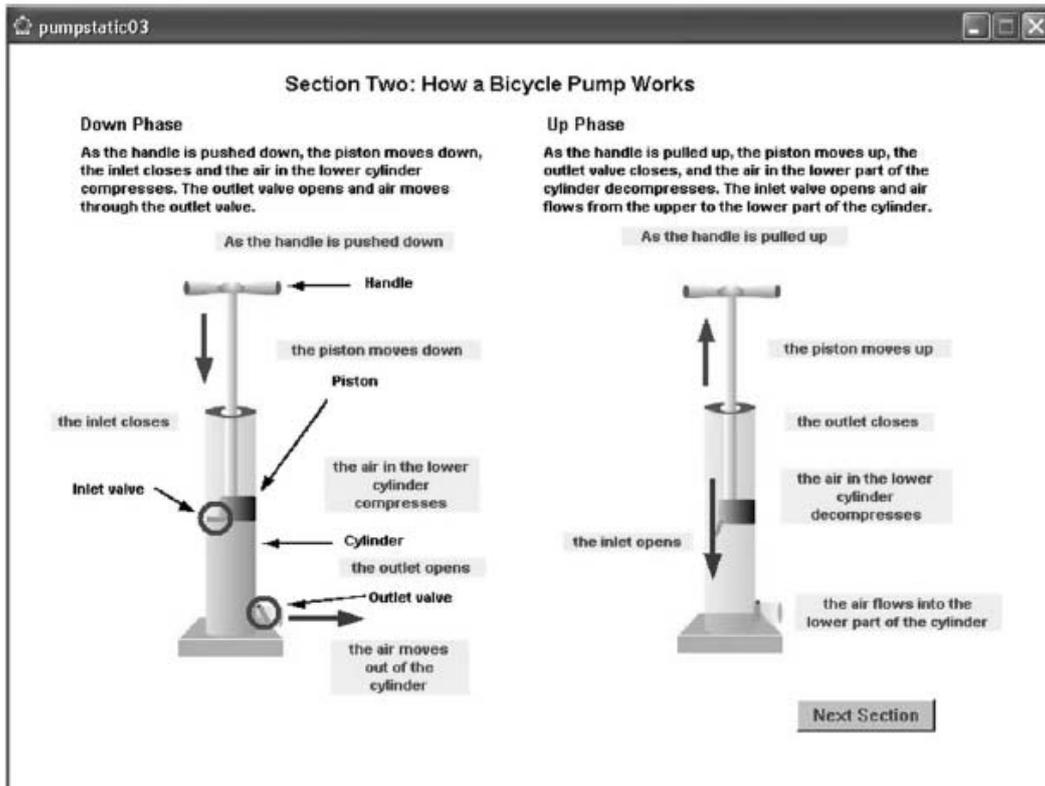


Fig. 1. The non-interactive lesson.



Fig. 2. Interactive pacing in the interactive lesson.

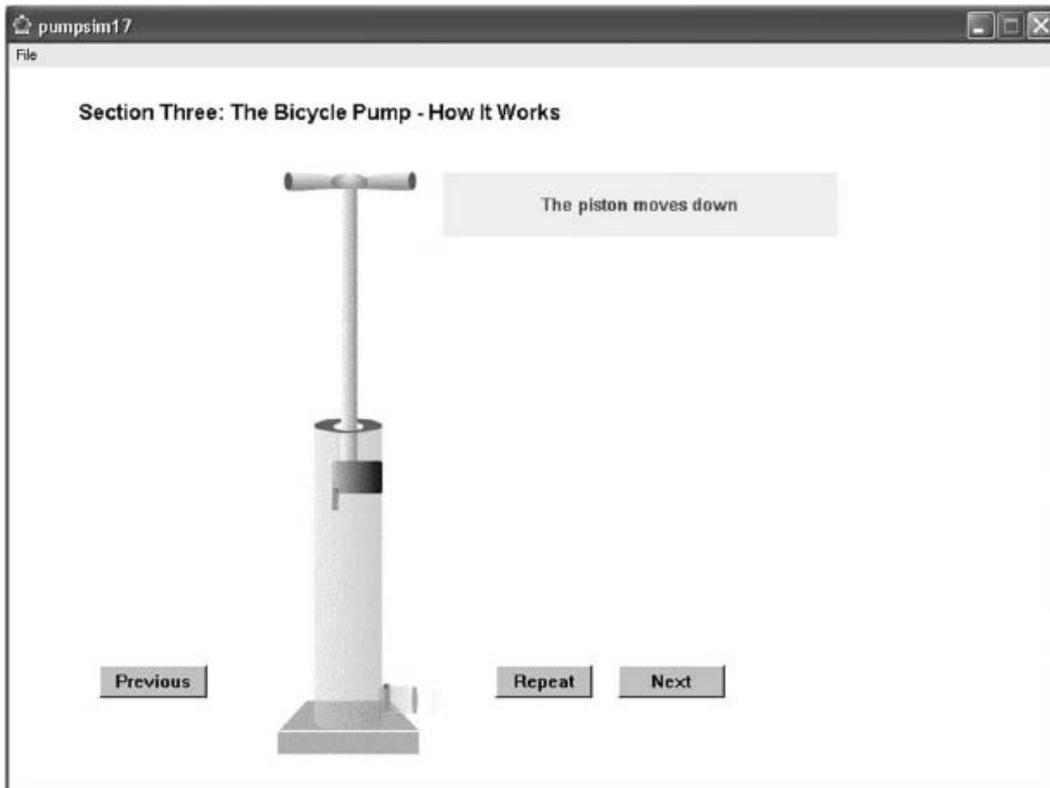


Fig. 3. Interactive pacing in the interactive lesson.

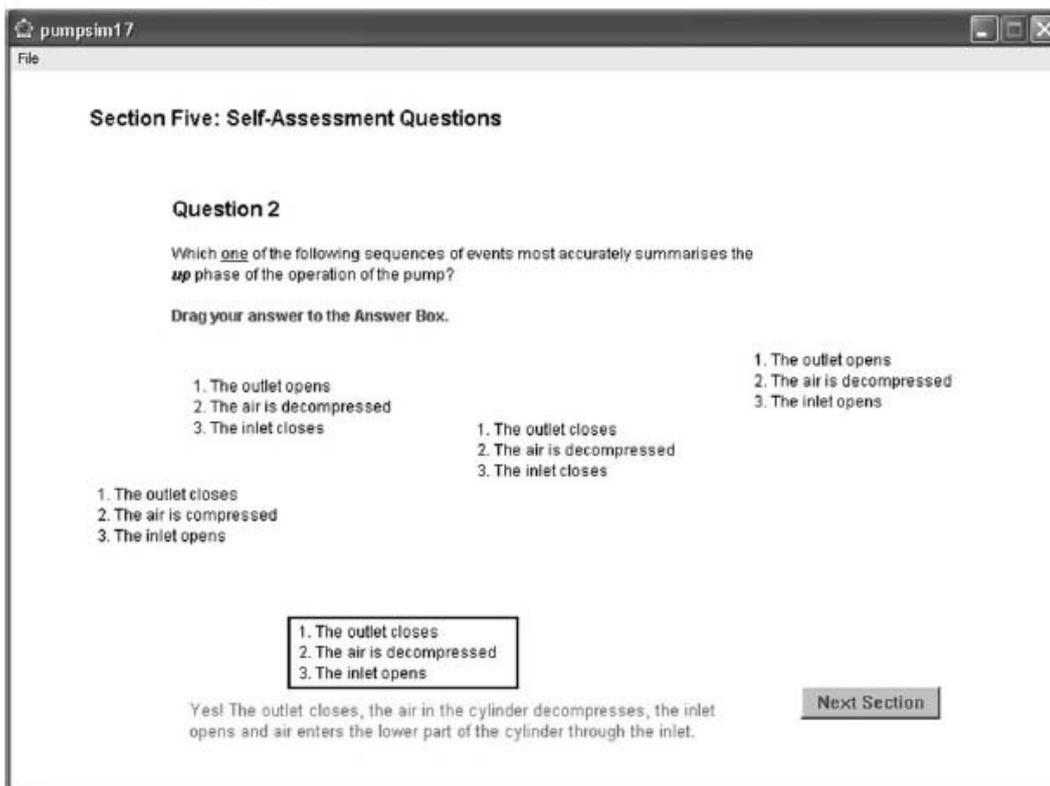


Fig. 4. An example of feedback from an ISAQ.

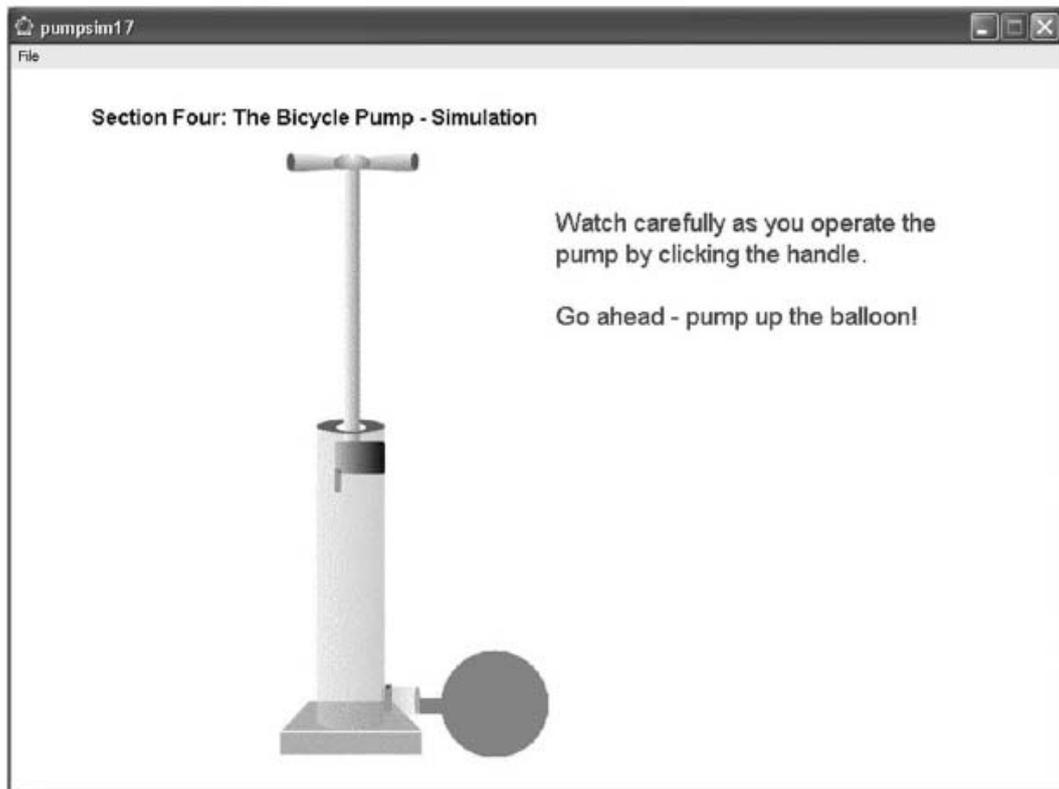


Fig. 5. The interactive simulation.