

アニメーションを利用した対話型の電気回路 学習教育プログラムの開発

Development of an interactive teaching program for the electronics circuits using animations

森 幸男†
Yukio Mori

河野修平†
Shuhei Kawano

市川 雄†
Yu Ichikawa

相川直幸‡
Naoyuki Aikawa

西田保幸‡
Yasuyuki Nishida

1. はじめに

電気電子工学における電流のように、科学技術の分野では種々の現象やその要因や効果をモデル化して表現し、回路結線などのモデル構造のみならず、そのモデルの「動き」（電流の流路と大きさなど）をも活用して原理や動作、効果を説明または理解することが常套手段となっている。しかしながら、学習者（特に初学者）は、このモデルの「動き」を直感的に理解することが困難で、そのために科学技術的な知識やセンスを修得するのが困難となっている。また、この「動き」を教育する場合、教師の技量によっては学習者の理解度が大きく左右されることがあり、しばしば問題視されている。このため、モデルの「動き」を直感的に表示できるような教材プログラムの開発が望まれている。

この要求に対して、古くからメディアや IT を利用した教材（ビデオ教材や CAI システムなど）が検討されている。最近では、動画のストリーミング配信のようなマルチメディア技術を用いた教材が注目されてきている[1]。しかし、これらの教材は、教師から学習者への一方通行の教材形態が主であり、学習者の疑問点などの対応に時間がかかるという欠点がある。育英高専では、インタラクティブ性に着目して電子工学教育のための教育システムを開発した[2]。しかし、IT 環境の不十分さのために静止画を中心としたコンテンツ内容となり、目的を達成したとは言いがたい。一方、スイス工科大学(ETHZ)において、パワーエレクトロニクスの分野で教材の試作が行われている[3]。この教材は、インタラクティブ性とアニメーションを積極的に利用した教材の開発を目標としており、学習ツールとしての効果が期待できる。

そこで、本研究では、ETHZ の教材を電気電子工学の基礎分野である「電気回路」に拡張し、工学的モデルの「動き」を可視化した対話的な学習教育プログラムの開発を行う。本教材は、Java 言語（Java アプレット）を用いて開発する。Java を利用することによって、工学的モデルをリアルタイムに、かつシュミレーション的に動作・表示することを可能にするため、学習者の理解を補助する効果がある。

2. 教材プログラムの概要

2.1 教材の配信形態

本教材プログラムは、図1のように WEB サーバ上に構築し、インターネットを介して配信される。操作端末は、学校内や学習者の個別環境（モバイル PC を含む）になる。

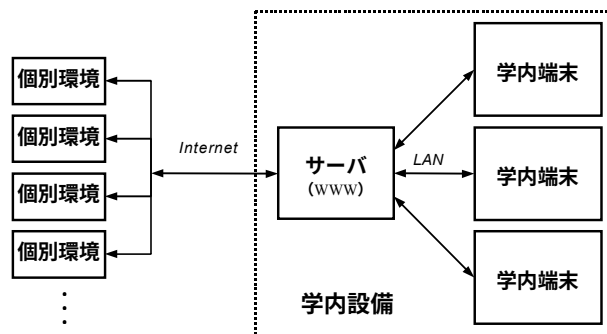


図1 教材プログラムの配信形態

コンテンツは HTML と Java アプレットによって記述されている。配信には WWW システムを利用するため、端末の機種を問わずに実行すること（マルチプラットフォーム）が可能で、かつ学習者に時と場所を選ばずに提供できるという特徴がある。

2.2 教材の仕様

仕様は文献[2]の仕様に準じている。特に、国内外へ教材を配信可能とするために、回路図は国際電気標準会議規格 IEC 60617 を含む日本工業規格 JIS C 0301 電気用図記号に基づいて記述している。

教材は、マウスやキーボードによって指示された条件変更に伴って「動き」を可視化する。この条件変更を直感的に操作できるようにするため、回路図上の素子に設けた操作ポイントをドラッグして伸縮させることで素子の値を変化させる。抵抗素子の伸縮の様子を図2に示す。

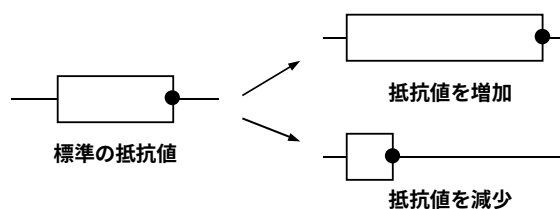


図2 回路素子値の増減(抵抗素子)

2.3 教材の教育効果

本教材は、使用目的に応じて以下のような教育効果が期待できる。

(1) 独習用ツールとしての教材

学習者が単独に本教材を使用する場合、自らが設定した条件に応じてモデルを動作させることができる。すなわち、各々の学習者のペースで現象の要因や効果を納得がいくま

† 育英高専, Salesian Polytechnic

‡ 日本大学工学部, Nihon University

で操作することで理解の補助を行うことができるという効果がある。

(2) 講義補助用ツールとしての教材

教師が講義の際に用いる黒板の代わりとして、本教材を利用することができる。本教材のアニメーション表示によって工学的モデルの動きを示しながら解説すれば、より効果的に現象を教授することが可能になる。

(3) 設計支援ツールとしての教材

工学的モデルに種々の条件を設定してリアルタイムに「動き」が表示される。これは、シミュレーションを行いながら対話的に設計することが可能であることを意味する。現段階では設計ツールとして十分に満足できるように試作していないが、本教材の概念は設計ツールへ容易に拡張できる。

3. 試作教材の例

図3に、直列共振現象を題材とした教材例を示す。直列共振回路では、回路定数を変化させたときに、共振周波数、回路電流、共振の鋭さがどのように変化するかを理解することが重要である。教材は回路定数と特性の変化の関係をシミュレーションし、その結果をアニメーションで表示する。

図3において、学習者は回路図上の抵抗 R 、コイル L 、コンデンサ C の操作ポイントをドラッグすることによって素子値を変化させる。この条件変化に応じて、自動的に回路の電流が再計算され、その結果がリアルタイムにグラフ上に描画される。これによって、素子値の変化と特性の変化を視覚的に確認することになるため、それらの関係を直感的に理解することが可能になる。さらに、本教材には特性曲線上にも操作ポイントを設けているので、特性を変化させたときに各々の素子値がどのように変化するかについても示すことができる。

教材には、アニメーションの部分以外に、共振周波数な

どの主要な公式や素子の値を示している。これによって、数学的な関係を現象とあわせて理解することが可能になる。

このように、本教材は、独習や講義補助の目的に十分対応できる学習ツールとなっていることがわかる。また、共振特性を指定して素子値を得れば、簡単な共振回路の設計ツールとしても利用可能である。

4. おわりに

本研究では、電気電子工学の基本分野である「電気回路」を題材として、工学的モデルの「動き」を可視化した対話的な学習教育プログラムを開発した。本教材は Java 言語を用いて、工学的モデルをリアルタイムに、かつシミュレーション的に動作・表示することが可能であるため、学習者の理解を補助する効果がある。さらに、本教材は WWW システムによって配信することによって、学習者に時と場所を選ばずに提供することが可能となる。また、本教材は独習用、講義補助用の学習教育ツールとなるばかりか、設計支援ツールとしても利用可能である。今後は、本教材を実際に利用し、臨床的な教育効果を検討する予定である。また、ここでは電気回路を題材にした教材を紹介したが電磁気学や信号処理工学に関しても同様の教材を提供する予定である。ここで紹介した教材は下記の URL[4]で閲覧可能である。

文 献

- [1] たとえば, "ネットワーク・マルチメディア技術利用の教育方法とシステム論文特集," 信学論, vol.J80-D-II, no.4, April 1997 がある。
- [2] 森 幸男, 広山信朗, “電子工学教育支援システム“SMILE”の開発と評価”, 高専教育, no.24, pp.337-342, March 2001
- [3] “Interactive Power Electronics Seminar(iPES)”, スイス連邦工科大学(ETHZ), <http://www.ipes.ethz.ch/>
- [4] <http://www.sia.co.jp/~icass/index.html>

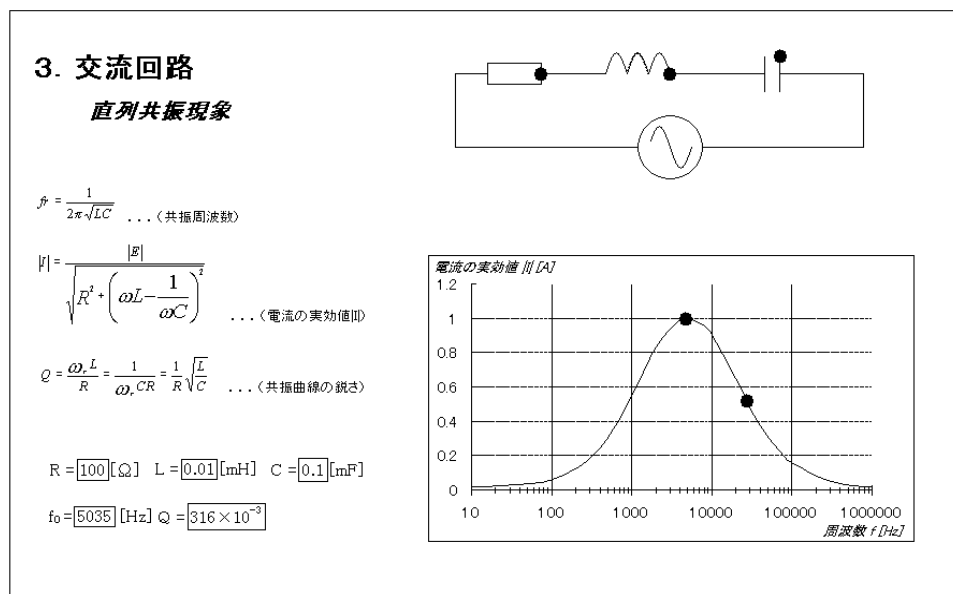


図3 試作教材の例（直列共振回路）