

学 位 論 文 題 名

デジタル信号処理教育における
WBT コンテンツ構築の基礎的研究

学位論文内容の要旨

近年 IT を支える一つの基礎技術であるデジタル信号処理教育においてもインターネットの利用が自己・自律学習を促進可能としており、それに有効な Web Based Training のコンテンツのないことが問題となっている。本研究は、対面授業と同等の効果があるデジタル信号処理(DSP)の WBT コンテンツ構築が目的である。その手順は、形成評価システム利用による工学基礎教育の改善を検証し、その教育効果の要因を明らかにする。この効果要因を導入して、インターネットを利用した DSP の WBT コンテンツの構築を行う。

開発した形成評価システムは4機能より構成する。1. 成績処理機能 2. 学習環境管理機能 3. 自動採点処理機能 4. 統計解析、アンケート機能を統合して、形成評価システムとし、メニューから簡単に使用できるようにした。形成評価システムの特徴の 第一は、成績、学習環境データファイルがランダムに生じるデータの入出力要求に応じるために、ディスクに対しランダムアクセスできることである。第二は、多様化した評価の集計に、多数の評価データ処理、データの修正、追加、個別あるいはクラス単位の入出力、評価集計の作表、評価チェック、評価分布、評価データ関連の多様な出力、評価の統計的分析等評価の迅速なフィードバックが可能になり、学習指導の改善になる。第三に、教育情報として、学習環境データ、期別成績、月別データ、行動性格記録と広い範囲の情報を管理し、この情報を基にしたデータリスト、学習環境記録チェック、成績統計、成績相関、学習環境判定資料により、生活指導の改善になる。第四に、到達度テストや事前・事後テストの解答紙にマークカードを利用し、そのデータ入力による自動採点、各種成績処理や分析を行い、学生と問題との相関を調べる S-P 表の作成にも、同じマークカードを使う授業分析のソフトウェアを作成して自動採点機能を備えた。システムの一部は、1982 年より使用しているが、当初の目的である自主的学習集団の育成の面に良い結果を得ている。さらに評価集計の面も大きく改善された。形成評価システムは刺激情報である教材(コンテンツ)とそれへの学生の反応情報(解答・レポート)と教師の診断・評価情報が相互に行き交うシステムとみなせる。工学基礎教科における講義、演習、実験は目標、内容、形式を異にするが、個々の役割を果たすことで全体の教育効果を上げている。演習、試験、実験に形成評価システムを 1995 年から 1999 年度の 5 年間適用した結果は、演習の提出率が 89% から 6 ポイント、試験に十分に準備する率が 8% から 11 ポイント、実験のレポート受理率が 88% から 5 ポイント改善し、教育効果が高まったことを検証した。また、1980～1986 年の試験評価に対しシステムの使用前(4 年間)後(3 年間)にも検定行った結果平均点が一割以上の上昇が確認された。教科、学習生活の主成分分析による有益な診断・評価情報を得て迅速な対応が出来た。このシステムの効果要因は Web 上で展開

可能である要件は、1. 対象者をの情報をパソコンで管理する 2. レポートの提出状況、その伝達 3. 演習は基礎・基本を徹底し、所要時間は一時間以内 4. 演習事項は復習、まとめ、応用を明確にする 5. 項目の理解、現象の変化、思考のまとめに画・図・表を多用する 6. 評価情報の伝達を迅速にする、ことである。特に大切なのは学生とのコミュニケーションによる彼らのモチベーションを高め維持することにある。それで、質問をさせる雰囲気をつくるのが大切になる。質問に来る学生は、疑問をはっきりさせた上で質問にくる、間違えを思考のどの過程で生じたものかを明らかにするなどに充分時間をかけて納得のいく聞き方をする。ここで、学生の工学への関心を喚起しつつ、現象を組み立てている要素を明確にし、その数式化のプロセスを解らせることが大切となる。これによって科学的な思考や認識のプロセスが判れば技術習得を真剣に取り組む学生になる。学生誰もがテストやレポートの的確な診断・評価結果を待ち望んでいる。正誤一覧表、注意係数、学習状態の指摘が現状を把握し、次回のテスト目標を立て易くなる。項目分析からはテスト記述を改めたり、設問を工夫したり、講義を改善したり、と種々改めることが明らかになる。デジタル信号処理の講義に、学生が興味関心を示し、進んで学習するために、ノート型 PC、無線 LAN、MATLAB を組み合わせて講義と演習を並行して行う講義支援システムを構築し学習効果を上げている。しかし、講義による学習から次の課題が挙げられる。この課題の状況は 1. 講義は理論的であり、それに関する応用問題は直ぐに複雑、多岐にわたる。これへの対処法 2. 自己学習時間の確保で習得可能である。 3. 学習事項を生活に利用できるようになる対処法。 4. 理論と応用問題を効率的に学べて、能力を育てる道具として MATLAB を認識する。(現学生の大半は C 言語)。工学専門教科において DSP の教育内容を定められた講義内に理解することは、予習の少ない学生にとって不消化な部分が残る。学生の都合つく時間と適切なコンテンツがあれば基礎の習得と自律的学習が容易になる。この状況を解消するために、導入する WBT コンテンツは 1. テキストフォルダ 2. 発展課題フォルダ 3. 基礎演習フォルダ 4. 基本概念フォルダの 4 つのフォルダより構成した。インターネットを通して学習状況の診断と評価を行い、モチベーションを高め、学習の継続を図る。学生の学習スピードに合わせ、時間、場所に制約されない自己学習を容易にする DSP 教育コンテンツの構築を行った。この WBT コンテンツの特徴は 1. コンテンツの参照項目の入れ替えが容易なため、編集が容易である。 2. ノート、メモ、備考等の整理が簡単に出来て、思考過程の要約ができるので、次のステップの準備が自ずと整う。 3. WBT コンテンツ項目の一覧から、参照項目を直ちに見出せる。 4. WBT コンテンツはフラッシュメモリに納まるので、簡便である。 5. WBT 学習コミュニティの形成が容易になる、等であり、このことで前述の課題は解消される。

最後に、形成評価モデルを構成する学生、教材、教師間相互に行き交う刺激、反応、診断・評価情報の質を高める事が、工学教育における目的、内容、形式の異なる講義の試験、演習、実験に大きな教育効果をもたらすこと、又、講義の制約である、時間、場所、モチベーション、参照学習の課題を解決するには WBT コンテンツ構築に 1. 形成評価システムが望まれる 2. WBT の学習には、効率的にまとまった内容の学習と、学習者の創造力を誘導する自律的な学習のコンテンツ構築 3. 工学基礎学習には問題を定式化する技術とそれを解く方法の習得ここでは MATLAB 4. テキストを構成する章、節、見出しを参照して、その発展的課題、基礎事項の演習、基本概念へリンクし即座に参照学習できるコンテンツ開発 5. 基礎学習の診断・評価の五つの要素を取り入れて課題解決の方法を明らかにした。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 青 木 由 直

副 査 教 授 北 島 秀 夫

副 査 教 授 荒 木 健 治

学 位 論 文 題 名

ディジタル信号処理教育における WBT コンテンツ構築の基礎的研究

近年インターネットを積極的に利用して、学生に Web ページを提示することで教育効果を生み出そうとする Web Based Training (WBT) の開発が盛んになって来ている。一方、IT を支える一つの基礎技術であるディジタル信号処理 (Digital Signal Processing: DSP) 教育においてもインターネットの利用が自己・自律学習の促進を可能としている。しかし、それに有効な WBT のコンテンツのないことが問題となっている。本研究は、DSP の科目を例にとり、対面授業と同等の効果がある WBT コンテンツ構築を目的として行った研究である。研究では、まず形成評価システム利用による工学基礎教育の改善を検証し、その教育効果の要因を明らかにしている。その成果を取り入れて、インターネットを利用した DSP の WBT コンテンツの構築を試み、その効果の評価を行い、DSP や類似の教科の本格的 WBT システム構築のための基本的知見を得ている。

第 1 章では本論文の目的と研究の流れを述べている。第 2 章では形成評価システムについて論じており、1. 成績処理機能 2. 学習環境管理機能 3. 自動採点処理機能 4. 統計解析の 4 機能より構成した形成評価システムを開発している。さらに、アンケート機能も加えて、メニューから簡単に形成評価システムが利用できるようにした。

第 3 章は形成評価システムによる工学基礎教育の改善について論じている。開発した評価システムによる試験評価では、システムの使用前 (4 年間) 後 (3 年間) に t 検定を行った結果、平均点が一割以上の上昇をあったことを検証しており、教科、学習生活の主成分分析による有益な診断・評価情報を得て迅速な対応が出来た。この成果を WBT システム構築に生かすことを試みている。

第 4 章では、第 3 章までの知見を生かして、DSP 教育を例にとり、そのコンテンツを開発しながら、WBT システム構築を試みている。その結果として、学生の学習速度に合わせ、時間、場所に制約されない自己学習を容易にする DSP 教育コンテンツの構築が可能であることを検証している。第 5 章は結論である。

本論文の要点は以下のようにまとめることができる。

(1) 近年研究が盛んになって来ている WBT に先立って、形成評価システムの構築と利用を試みており、形成評価システムは刺激情報である教材(コンテンツ)とそれへの学生の反応情報(解答・レポート)と教師の診断・評価情報が相互に行き交うシステムである点を明らかにした上で、工学基礎教科における講義、演習、実験は目標、内容、形式を異にするが、個々の役割を果たすことで全体の教育効果を上げている点を検証した。

(2) 前記の評価を踏まえて、Web 上での教材作成の留意点としては、1. 対象者の情報をパソコンで管理する、2. レポート提出状況の把握と評価の伝達、3. 基礎・基本演習を徹底し、所要時間は一時間／日程度、4. 演習事項は復習、まとめ、応用を明確にする、5. 項目の理解、現象の変化、思考のまとめに画・図・表を多用する、6. 評価情報の伝達を迅速にする、などである点を実験結果より明らかにしている。

(3) 工学専門教科における WBT の実現を目指して、DSP の科目を選んで、学生の都合つく時間と適切なコンテンツがあれば基礎の習得と自律的学習が容易になるシステムの構築を行っている。ここで、開発して WBT コンテンツは 1. テキストフォルダ 2. 発展課題フォルダ 3. 基礎演習フォルダ 4. 基本概念フォルダの 4 つのフォルダより構成している。実際に PC を教室に持ち込んでの MATLAB を使用した DSP の講義の成果を反映させた WBT システムの構築を検討している。さらに、インターネットを通して学習状況の診断と評価を行い、モチベーションを高め、学習の継続を図っている。学生の学習速度に合わせ、時間、場所に制約されない自己学習を容易にする DSP 教育コンテンツの構築を試みて新知見を得ている。

これを要するに、デジタル信号処理という専門科目を素材にして、WBT 用コンテンツ制作とその利用に関する分野において新知見を得ており、情報メディア工学に貢献するところ大なるものがある。

よって著者は、北海道大学博士(工学)の学位を授与される資格あるものと認める。