

関係データベース操作を視覚的に表示する オンライン学習教材

野部 緑^{1,2,a)} 長瀧 寛之^{3,b)} 中野 由章^{2,c)} 兼宗 進^{2,d)}

概要: 社会において、情報システムは身近なところに存在している。また、その中でもデータベースは重要な役割を占めている。しかし、日本の高校では、演習実施への敷居が高いなどの理由で、データベースが学習内容としてほとんど扱われていないのが現状である。本研究では、データベース学習を容易に行える環境を提供することを目的に、コンピュータにおけるデータ操作の基本を体験的に行える学習用 Web ツールを提案する。本ツールは実際の一般情報教育の現場において授業実践を行い、そのフィードバックをもとにツールの改良を続けている。本稿では本ツールの概要とその工夫点を説明し、データベース学習活動への有用性について議論する。

キーワード: 情報教育, データベース, Web アプリケーション

A database learning tool for visualising database operation.

MIDORI NOBE^{1,2,a)} HIROYUKI NAGATAKI^{3,b)} YOSHIAKI NAKANO^{2,c)} SUSUMU KANEMUNE^{2,d)}

Abstract: Information systems exist in the familiar place of students. Database is important in information systems. However, at the high school in Japan, a database is not often used in information education. Because there is no appropriate tools for database education. In this paper we propose a web-based database learning tool. This tool provides easy-operable interface that enables students to query, get and edit data by trial-and-error approach, which helps them to understand the fundamental knowledge of database operations. We report the results of experimental lessons in high schools. The results showed that the tool is effective for beginners learning database.

Keywords: Information Studies Education, Database, Web applications

1. はじめに

高等学校の情報教育では、情報リテラシー教育が中心であり、情報の科学は教育しにくいということで敬遠されがちである。その中でもアルゴリズムやプログラミングはま

だ教育実践の事例が数多く報告されているが、データベースについては、図書館など身近な場所に存在するツールであるにもかかわらず、高等学校での本格的な教育実践事例について報告が少ないのが現状である。

そこで著者らは、データベースの学習や教育のサポートとして、データベースの基本的な操作を体験的に行える学習支援ツールを開発した。本稿では、本ツールの仕組みやその設計目的について解説する。

2. 高校でのデータベースの学習内容

2.1 教科書の検討

著者らは、平成 25 年度以降の高等学校学習指導要領、ま

¹ 大阪府立寝屋川高等学校
Neyagawa High School

² 大阪電気通信大学
Osaka Electro-Communication University

³ 岡山大学
Okayama University

a) midori@mbox.kyoto-inet.or.jp

b) nagataki@okayama-u.ac.jp

c) info@nakano.ac

d) kanemune@acm.org

たそれに準拠した複数の「情報の科学」の教科書について検証を行うことで、一般情報教育において求められるデータベース学習の目標と、現状のデータベース学習の問題点について検討した [1]。以下は、教科書の中で扱われている題材の集計である。

- (1) データベース管理システムの説明情報システムを構成するデータベース管理システム (DBMS) については、4 点が整合性機能、トランザクション機能などを扱っていた。
- (2) リレーショナルデータベース (RDB) の説明テーブル、フィールド、レコードなどの構成要素と、主キーなどの説明は全ての教科書で扱われていた。
- (3) 正規化の説明データベースを設計する際に用いられる正規化については、全ての教科書で扱われていた。ただし、説明されている正規化の種類は統一されていなかった。
- (4) 集合演算、関係演算などの説明データを操作する演算として、射影・選択・結合などの関係演算が全ての教科書で扱われていた。和・差・積などの集合演算を紹介している教科書もあった。
- (5) データベースの作成データベースのテーブルを定義し、初期データを登録する実習は多くの教科書で扱われていた。表計算とデータベースソフトを使ったものは半々であった。
- (6) データを扱う実習 複数の表を利用した実習は実習を扱っている 4 点の全てで扱われていた。実習のない教科書では SQL 言語の簡単な説明が記載されていた。
- (7) データの入力と帳票出力入力フォームを利用したデータの追加および出力用のレポートの作成は 3 点の教科書で扱われていた。

いずれの教科書もリレーショナルデータベース (RDB) を主な題材としており、その仕組みの理解のために実際にデータベースを利用したデータ操作演習を行うことが重視されている。また、これらのデータ操作を行う演習において現在の教科書が想定しているソフトウェアは、実際に商用利用もされているデータベース管理システム (DBMS) か、RDB とは本質的に仕組みが異なる表計算ソフトのいずれかであった。

2.2 学習状況の問題点

高等学校の情報の授業は、週 2 時間が標準であり、内容は多岐にわたっている。したがって、データベースの授業や演習に多くの時間を割くことができない。しかし、実習ツールに商用 DBM や表計算ソフトを利用する場合、初学者は操作になれるまでに時間がかかる。また、高校では取り上げられていないが、SQL 言語などを扱う場合は言語を理解する時間が必要となる。このように現状使用されている既存のソフトウェアを用いた実習ツールは、操作の習熟

等に時間を使い目的である演習時間が取れない可能性がある。

一方、表計算ソフトを利用した場合、データベース操作は可能であるが、複数の数の表を扱うときなどに RDB とは異なる操作を行う必要があるといった制約がある。以上から著者らは、情報教育におけるデータベース学習の実情に適した演習用ツールが存在しない事が、情報教育においてデータベースが学習トピックとして敬遠される要因になっているのではないかと考え、初学者の演習向けの学習ツールを開発することにした。

2.3 現状の実習ツールについての検証

学習ツールの開発にあたって、現状で使われている実習ツールについて、授業を行う上での問題点を検証する。

- (1) **機能が多く、操作が難しい。** 商用 DBMS の場合、業務用で使うことを想定して様々な機能が用意されている。しかし、初学者にとって必要のない機能が多くあることは、逆に混乱を招き、必要な操作がわからなくなる可能性が高い。
- (2) **ボタン操作やアイコン操作は演習授業に向かない。** 日本の高校では、教員が 1 人もしくは 2 人で 40 人の生徒を一斉に教える事が多いため、演習では教師の画面を見せつつ一斉に操作指示をすることになる。この時、ボタン操作を基本とするインタフェースでは、教師の画面から操作の推移がわかりにくい。教師の指示を聞き逃した学生は操作の再確認を行うことが難しい。同様に、アイコン操作によってデータベース操作を行う仕組みの場合も、ユーザ側からは操作の記録が見た目に残らないので、作業の振り返りがしにくい。表計算ソフトや商業 DBMS の QBE では、操作の簡略化でボタン操作やアイコン操作などグラフィカルな操作インタフェースを提供していることが多いが、以上の点から演習には向いているとはいえない。
- (3) **データの変化が検証できない** 実際にデータ検索を行いその内容を理解するためには、検索の結果だけをみるより、検索前の結果と比べることができるようにより理解が深まる。しかし、現在利用されているツールでは演習を想定しておらず、これらのことはできない。

2.4 教育機関の事情

教育機関でパソコンを活用した演習を行う場合、一部個人のノート PC を利用する事例もあるが、大半は機関内の演習室などに設置された端末を利用すると考えられる。その場合、セキュリティやメンテナンス上の関係で、授業担当の教師が自由に端末の環境設定を変更することはできないことが多い。つまり、たとえ学習や教育の活動を支援する有用なツールが存在しても、それを演習室の端末で利用できるようにするための手続きが、既に授業導入への高い

敷居として存在する。一方、一般情報教育における情報活用の主要ツールとして、演習端末には Web ブラウザが必ず導入されていると言ってよい。そのため、端末へのインストール作業が不要な Web アプリケーションであれば、導入の手間を考慮する必要なく、多くの教育機関で容易に授業用ツールとして活用できるようになることが期待できる。

2.5 要求仕様

以上の検討結果より、一般情報教育におけるデータベース学習の支援ツールとして求められる要求仕様を以下の4点とした。

- (1) RDB を題材としたデータ操作演習が行えること
- (2) データ操作演習の4要素を網羅できること
 - データベースやテーブルの作成,
 - データベースへのデータの挿入,
 - データの検索,
 - データの整理と出力
- (3) 短時間で操作に習熟でき、演習活動に集中できるインタフェースであること
- (4) データ操作の過程がみえるように、操作前のデータと操作後のデータの状況が一度に確認できること
- (5) 様々な教育機関での導入が容易な、Web アプリケーションとして実現すること

3. 関連研究

データベースを個人的に学習するツールとして、MS-Access や互換性のあるソフトウェアを使う提案として [2] がある。データを視覚的に確認するという点では、DFQL(DataFlowQueryLanguage)[3] がある。これは固定されない ScientificDatabase を扱うことを主な目的としているため、初学者の学習用ツールである本研究とは異なっている。

4. データベース学習支援ツールの概要

本章では、著者らが提案するデータベース学習支援ツール（以下本ツール）の概要を述べる。

4.1 本ツールの想定環境

本ツールは、情報教育におけるデータベース学習活動のうち、特にデータ操作演習の活動を支援することを目的とする。具体的には、高校の普通教科「情報」の学習において、データベースの操作演習を行う際に本ツールを利用するという場面を想定する。ただし本ツールの設計においては、高校に限らずそれ以外の一般情報教育の場面でも利用できるように目指す。本ツールの想定する利用者は、データベース学習を行う学習者と、その学習を指導する教師である。また各学習者は、演習時にはネットワークに接続された計算機を個別に利用できる環境にあることを想定す

る。2.5 節より本ツールは Web アプリケーションとして提供することから、本ツールは、一般情報教育におけるデータベース学習活動のうち、特にデータ操作演習の活動を支援することを目的とする。学習者は Web ブラウザを利用して本ツールへアクセスし、教師の指示に従い本ツールの機能を利用してデータベース演習を行う。また、幅広く利用するために、特定の演習課題などをツール内にはもたず、演習に際しては、教師が別途問題を配布するなどして指示することを想定している。

4.2 提供機能

本ツールは、RDB における基本的なデータ操作を想定した一連の操作命令、またその命令によるデータ操作結果を画面上で確認するための一連の入出力インタフェースを利用者に提供する。学習者は本ツールを通して、RDB におけるリレーション（テーブル）に対してデータ操作命令を発行し、操作によるデータ加工の過程を画面上で観察することで、データベースの挙動やデータ操作の基本概念について理解、あるいは授業で得た知識の再確認を行う。

以下、本ツールが提供する各機能について、その詳細について述べる。

4.2.1 データ選択・登録

、演習の際にはどのデータベースを利用するかを予め指定する必要がある。教師が予め登録しておいたサンプルデータを選択する方法と、所定のフォーマットで作成された CSV ファイルを登録する方法がある。サンプルデータの選択による登録の場合、学習者は教師の指示を受けて、画面上のドロップダウンリストから「サンプル」の名称を選択することで、選択した名称に対応する1つ以上のテーブルセットが自動的にデータベースに登録される。CSV ファイルの作成や登録はオリジナルデータのカスタマイズが自由にできる反面、学習者にとって手間がかかり操作ミス要因にもなりうるため、限られた演習時間への影響が大きい。サンプルデータを選択する方式であればデータ登録作業において操作ミスに時間を取られず、スムーズにデータ操作演習に移ることができるという利点がある。

4.2.2 データ操作

CSV ファイルのアップロードもしくはサンプルデータの指定によりデータテーブルを登録すると、データ操作画面（図 1）に移行する。ここで学習者はデータテーブルに対して、演習の目的にかなうデータ加工の命令（クエリ）を登録し、その結果を画面上で確認する作業を繰り返す。のコマンド管理部にある1行入力欄に、所定の書式の命令文を入力すると、その命令が「命令ブロック」の形で追加される。命令ブロックは複数追加することができ、それぞれのブロックが登録した順に上から下へ並ぶ形になる。また命令ブロックの順番変更や削除はクリック操作のみで行う。例えば命令ブロックを上へ移動すると、その命令は

データ操作の仕組みを体験しよう

データ削除

操作ブロックを追加しよう

結合 商品データ

フィールド指定 メーカー
時間帯, 年齢層

数える 時間帯, 年齢層

一つ上へ 一つ下へ 削除

結果ダウンロード

追加

ブロック生成コマンド一覧

テーブル確認&レコード追加

- ・売上
- ・商品データ

結果(数える)			
(17)	時間帯	年齢層	count
1	夕方	子ども	14
2	夕方	成年	2
3	夕方	熟年	8
4	夕方	若者	10
5	夜	成年	14
6	夜	熟年	10
7	夜	若者	4
8	昼	子ども	14
9	昼	成年	15
10	昼	熟年	1
11	昼	若者	10
12	朝	子ども	13
13	朝	成年	4
14	朝	熟年	10
15	朝	若者	9
16	深夜	成年	12
17	深夜	熟年	8

<=[数える]=
<=[フィールド指定]=

結果(フィールド指定)			
(158)	メーカー	時間帯	年齢層
1	森永製菓	朝	若者
2	コカコーラ	朝	若者
3	カルビー	朝	成年
4	カルビー	昼	成年
5	森永製菓	昼	子ども
6	森永製菓	昼	子ども
7	カルビー	夕方	若者
8	コカコーラ	夕方	熟年
9	カルビー	夜	熟年
10	コカコーラ	夜	若者
11	森永製菓	深夜	成年
12	カルビー	朝	熟年
13	カルビー	朝	子ども
14	カルビー	朝	若者
15	カルビー	昼	成年
16	森永製菓	昼	成年
17	森永製菓	昼	子ども
18	カルビー	夕方	若者

結果(JANコード)		
(158)	JANコード	売上日
1	4902888162732	2012/4/1
2	4902102079488	2012/4/1
3	4901330573485	2012/4/1
4	4901330573482	2012/4/1
5	4902888116322	2012/4/1
6	4902888117053	2012/4/1
7	4901330573485	2012/4/1
8	4902102079884	2012/4/1
9	4901330574088	2012/4/1
10	4902102079884	2012/4/1
11	4902888173097	2012/4/1
12	4901330573485	2012/4/2
13	4901330573482	2012/4/2
14	4901330640491	2012/4/2
15	4901330573482	2012/4/2
16	4902888116322	2012/4/2
17	4902888162732	2012/4/2
18	4901330573485	2012/4/2

コマンド管理部

データ操作結果表示部

図 1 学習ツール画面 (データ操作画面)

より早い段階で実行される。また命令ブロックを一つ編集するごとに「データ操作結果表示部」が連動して更新される。これにより、データ操作の順番による結果の変化を観察し、試行錯誤的にデータ加工の過程を体験できることをねらう。

4.2.3 データ確認&追加

既に登録したデータテーブルについては、コマンド管理部にリスト表示されているテーブル名をクリックすることによって、別ウィンドウでそのテーブルのレコードリストを確認できるまたリストの最上段の空欄に文字を入力することで、レコードの追加登録を行うことも可能である。

4.2.4 データ整形

高校普通教科「情報」の教科書では、データを整理して資料の形に出力するところまでをデータベースの演習の範囲としているものが多い。ただし資料作成のための表示レイアウト設定や装飾などは、本来のデータベースの仕組みとは別の枠組みであり、ドキュメント作成を主目的としたソフトウェアを別途利用する方が学習活動としては効果的と言える。

そこで本ツールでは、データ操作結果のテーブルを、CSVファイルとして出力できる仕組みを提供する。コマンド管理部にある「結果ダウンロード」ボタンをクリックすることで、その時点でデータ操作結果表示部の一番左に表示されているテーブルを、CSVファイルとしてダウンロードできる。データの整形と出力は、別途CSVファイルを開く事が出来る表計算ソフトなどで行うことを想定している。

4.3 命令

本ツールにおけるデータ操作命令は、一般情報教育におけるデータベース演習の支援が目的であることを意識し、RDBの基本操作となる“選択”，“射影”，“結合”に関連する命令群と、高校教科「情報」の教科書を検証した上で著者らが必要と判断したデータ整列命令群を数種類用意した。現在利用できる命令は以下のとおりである

- 選択
- 射影
- 結合
- 集計
- 重複削除

幅広く利用するため、演習に際しては、演習課題などは別途教師が指示できるように、ツールが演習課題を提供するという機能は持たない。またデータ操作の対象となるデータベースについては、主要なDBMSで使われているRDBを想定する。ただしRDBが想定しうるあらゆるデータ操作を本ツールで実現するのではなく、一般情報教育の演習活動に必要と考えられる基本的なデータ操作機能に限定して提供することとする。

4.4 現状のツールとの比較

2.3節でも述べたように、現状の実習ツールは操作や視覚的な確認等で短時間での学習には不向きである。本ツールと学習ツールについて、それらの点について比較を行った。

(1) **機能が制限されている。** 業務用のデータベースであれば、入力支援・出力フォームといったさまざまな機能

© 2012 Information Processing Society of Japan

4

が必要である.. しかし、今回はデータ操作を支援することによって、データの加工の流れを確認するというのが目的である。そのため、必要だと考えられる射影・選択・結合といった基本的な操作に限定した。

- (2) **コマンド入力であるため履歴が残る。** コマンド入力であるので、画面上に入力したコマンドを残すことができる。したがって、指示を聞き逃したり操作を間違えた生徒も教員の画面を確認することで、指示を確認することができる。また、操作の履歴をブロックという形で残しているの、自分が行った操作を容易に振り返ることができる。また、コマンドの削除や入れ替えもできるので、望ましい結果になるように試行錯誤ができる。一方、SQL言語のように一度にすべての処理を考えなくても「射影」「選択」「結合」などをステップ毎に実行できる。
- (3) **データ操作を行った履歴が可視化されている。** データ操作を行ったときに、データの内容が書き換わってしまうのではなく、操作の前後の状態を画面上で確認できる。命令とデータの変化がリンクして確認できることで理解が深まると考えられる。

5. 実装

本ツールは開発言語に PHP*1を用いて、Web アプリケーションとして作成した。本ツールは JavaScript, CSS3, Cookie の動作を前提としているが、主要な Web ブラウザのほとんどが対応しているため、実利用にあたって問題はないと考えられる。6章で紹介する授業実践においては、サーバマシンに RedHat Enterprise Linux*2を用い、Web サーバに Apache*3を用いた。また PHP のバージョンは 5.3.6 を用いた。

Explorer や Safari など近年の主要な Web ブラウザのほとんどが対応しているため、JavaScript の動作を意図的に無効にしている等の環境でない限り、本ツールの利用に問題は無いと考えられる。

データテーブルの登録とデータ操作処理の実装にあたっては、バックグラウンドで実際の DBMS として SQLite*4を用いることとした。SQLite は、MySQL や PostgreSQL など他の主要な DBMS に比べると機能は簡素であるが、PHP5 に標準バンドルされていること (バージョンは 3) から導入が容易であり、また本ツールが目的とするデータベース演習に用いるには十分な機能が提供されている。table 命令と insert 命令) を SQLite に発行して、本ツール用に予め用意しておいたデータベースに登録する。サンプルデータ選択についても、実際には予め教師によって登録された

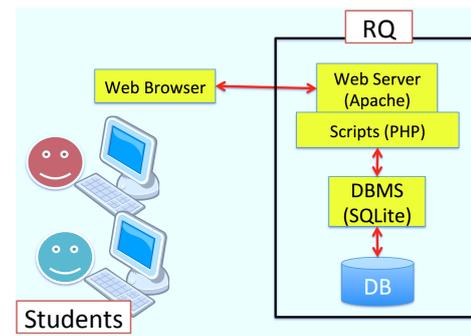


図 2 ツール内部仕様

CSV ファイルのセットを読み出すだけであり、それ以降の登録処理はユーザが CSV ファイルをアップロードした場合と全く同じである。

本ツールの実装構造は図 2 のとおりである。

6. 授業実践

試作ツールを用いて、2012 年 7 月と 8 月に高校で、10 月に大学で実践授業を行った。いずれも非情報系の学生であり、データベースについては初学者である。

6.1 高等学校での授業

2012 年の 7 月と 8 月に 45 分の 2 時間連続授業で 6 クラスを対象として授業を行った。1 クラスの人数は約 40 人である。この授業では、実習ツールとして実際に授業で使用可能であるかどうかの検証とまた同時に情報システムやデータベースが身近でつかわれていることを知ってもらうことも目的としている。同時に、この授業の担当教員は本研究とは関係のない教員であり、一般的な教師でも授業が可能であるかということも確かめている。そのため、使用したデータは、生徒にとって身近であるコンビニエンスストアの POS データを意識した商品データと販売データを用意した。演習課題としては、この販売データを利用し、特定の日に売れている商品を選ぶ、特定の購買層に売れている商品を確認するといったことを行った。操作ミスでブラウザの初期状態に戻るなど操作に手間取っていた生徒もいたが、概ね問題なく操作を行うことができていた。生徒の感想としては、次のようなものがあつた

- 操作が簡単にできた
- 操作は難しかったが見やすくよかった
- データベースで商品が管理されていることがわかった。
- データの操作では簡単に必要なデータを取り出せるので便利だともいえました。
- データベースは商品についているバーコードだけでなく、学校の成績管理などいろいろなところで使われていることがわかった。意外と簡単に手軽にできることがしれてよかった

これらを見ると、操作がスムーズに行えることで、データ

*1 <http://php.net/>

*2 <http://jp.redhat.com/products/enterprise-linux/>

*3 <http://httpd.apache.org/>

*4 <http://www.sqlite.org/>

ベースが便利であり、操作を通じて目的のデータを探すことができるといったことも理解しているようである。もっとも、難しいと感じている生徒もいるが、データベースの存在には興味をもっているため、身近な情報のシステムを知ることもできている。一方、授業を行った担当教員からは、これまでデータベースの授業はしていなかったがこのツールであれば授業が可能であるとコメントがあった。今回の実践授業はデータベースについては初心者ばかりであるが、このように2時間程度の学習で操作も可能となり演習も行うことが可能であった。また、身近な題材を利用することで、社会の中でデータベースが利用されていて、販売につながっているといったことも意識出来たようである。他に問題になった点は、ほとんどがデータやコマンドの入力に関するものであった。たとえば区切り文字は半角文字のみを取り扱っていたが、これに起因する操作ミスも多かったため全角文字も区切り文字として使用可能とした。この変更により、実習をスムーズに行うことが可能であったと、担当教員がから報告を受けている。初心者を対象としているが、操作が楽しいや簡単であったというコメントがあり、初心者でも十分操作ができることを示している。また難しいと感じた生徒でも、視覚化されることによって理解はしやすいという効果はみられる。また、当初の問題である、適切な実習ツールがないためにデータベース教育を避けるという問題も解決できると考えられる。

6.2 大学での授業

2012年の10月に大学の1回生を対象にツールを使った授業を行った。ツールの比較を行うため、本ツールとQBEでの操作ができる商用DBMSの両方を利用して授業を行い、授業の順序を入れ替えた。この中で、ツールの感想を書かせているが、これについては、どちらの順序であっても2回目の方のツールの方がわかりやすいという感想が書かれている。しかし、コメントの内容には違いがある。QBEがあとのクラス

- 使い方をしっかり理解できれば Access のほうが使いやすくないかなーって思いました
- データベースとして管理するには個人的に少し使いやすかった
- 表示したいものにまでたどり着くのに時間がかかる

本ツールがあとのクラス

- 前回のものよりどのように操作しているのかが、解りやすかったため、とても扱いやすかった。
- 前回やったよりも操作しやすくわかりやすかった。
- 表の数が少なくなったことにより慣れれば Access の方がスムーズに作業が出来そうところがよかった。
- 必要な情報を瞬時に抜き出せるので膨大な情報がある場合に Access は便利であるところがよかった。

本ツールが後のクラスでは、操作が簡単であることを評価

しており、一方、データベースとしての機能が評価されている。このことから、初心者への最初の理解を促進するためには、本ツールが有効であると考えられる。

7. 今後の課題

複数のクラスで使用した結果、本ツールが生徒の学習活動の支援として支障なく利用できることを確認した。多くの場で授業として使ってもらうためには、サンプルデータを見直すなどして、授業担当教員が使いやすいものにする必要がある。同時に授業案等も一緒に提供していきたい。また、現在ではツールとして使用可能であることを確かめたが、授業における商用DBMSとの差異や、視覚化による教育効果を検証するといったことも必要である。また、生徒によっては本システムのインタフェースにとまどう場面も観察されたため、その原因を調査し、未実装の機能追加とともに授業活用に適したインタフェースへの改善を行なっている。データの加工の過程を視覚化し、命令をブロックにより確認しながら操作を行うことができるという、学習者に一定の学習効果をもたらすことを確認した。本ツールは今後も授業実戦と並行して継続的に問題点を改善し、任意の教育機関で独自に運用を行えるようにシステムのブラッシュアップを行った上で、広く公開する予定である。

参考文献

- [1] 野部 緑, 長瀧寛之, 兼宗 進: 共通教科「情報」を指向した Web データベース学習教材の提案, 日本情報科教育学会第5回全国大会講演論文集 (2012).
- [2] Antonitsch, P. K.: Database as a Tool of General Education, pp. 59-70 (2006).
- [3] Baybora Aksoy, I. S.: *Implementation of Data Flow Query Language (DFQL)* (2001).