

Title	問題データベースの構築・運用
Author(s)	浅野, 哲夫
Citation	CGEI アニュアルレポート 2012: 17-23
Issue Date	2013-09
Type	Research Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/11519
Rights	
Description	. 活動報告 / Center Activities, (3) 試験問題データベース構築の検討 / Establishment of Test Database

< 報 告 >

問題データベースの構築・運用

浅野哲夫（大学院教育イニシアティブセンター長）

Construction and Management of Problem Database

Tetsuo Asano

(Director, Center for Graduate Education Initiative)

Abstract : Students are evaluated mostly by examination even in graduate courses, and thus good examinations are requested for quality assurance of the courses. However, it is not widely known what a good examination is or how to create fair and good problems. A bigger problem is that university professors have never been trained to prepare good examinations. This is a motivation for our database named Problem Database. The database is a collection of all kinds of problems related to one field, in our case, algorithms in computer science. The database encourages professors in the world to share problems for better examinations. The database was started last year and has been maintained in the past year. This reports surveys activities on the database in our center.

[キーワード: 問題データベース, 試験問題, 質保証, アルゴリズム]

1 はじめに

大学院教育イニシアティブセンターに課せられた課題の一つである「大学院教育における質保証の枠組みに関する提言」にとって、各講義の最後に実施される試験問題は非常に重要である。講義の進め方についてはファカルティ・ディベロップメント活動の一環として取り上げられることは多かったが、優れた試験問題についての議論は十分とは言えないのが現状である。教育学の分野では優れた試験問題の作成についての研究も行われているが、理系の大学院における講義科目の試験ということになると科学的な方法論は確立されていないと言って過言でない。このような現状に鑑みて、本センターでは質保証を支える試験問題の評価・改善に向けて、優れた試験問題作成に向けた全世界的な取り組みとして問題データベースを構築することとした。大学院教育の一環であることを意識して、網羅型のデータベースではなく、一つの学問分野に限定した上で方法論を確立し、その経験を活かして将来的には別の分野にも拡張していくという計画である。一昨年度、問題データベースの初期システムがようやく構築され、運用も開始された。その後、一度システムダウンの危機があったが、それを乗り越えて新たな段階に入ろうとしている。本報告では問題データベースの運用の現状と課題について報告する。

2. 大学院における筆記試験の重要性

本学では 1990 年の建学以来、演習やゼミなどの一部科目を除く殆どすべての講義科目において筆記試験を課してきた。学部からの進学を前提としていた従来型の大学院教育では、大多数の大学院生が同じ大学の出身者であるために基礎的な知識が共通しているため、厳格な成績管理がなじまないという側面があったことは否めない。しかし、現代のグローバル化の流れの中で海外からの留学生も含め、学生の流動性が高まると、厳格な成績管理が教育の質保証の面から重要になることは必然である。本学はその点を見通した上でいち早く筆記試験による成績評価の制度を維持してきた。しかし、単に筆記試験制度を維持するだけでは実際には不十分であり、筆記試験の妥当性・公平性・国際的通用性についての検証を怠ってきたことは素直に反省すべき点であろう。教育先進国である英国においては、各コースの開始時に担当教員は期末試験問題を解答と部分点基準も含めた形で試験問題評価委員会に提出し、委員会からのコメントによる試験問題の修正手続きを経て、ようやく試験を行うことができることになっている。試験で学生の評価が決まることを考えると、試験問題が担当教員の個人的な考え方・見方だけで作成されるのは学生の観点からすると公平性の面で問題があり、その意味で英国における制度は教育の質保証という観点からも先進的であると言える。教員の負担を考慮すると、現在の英国の制度をそのままの形で導入することは難しいであろうが、その精神は吸収しておく必要がある。本センターで目指している問題データベースは、世界中から良い問題を一か所に集め、それらを共有することにより、世界的な規模での質保証を図りながら、個々の担当教員の問題作成に対する労力を軽減するとともに、さらに良い問題の作成に向けて組織的な取り組みを促進することを目的としている。

3. 問題データベースの全体像

問題データベースシステムは 3 つの部分から構成されている。テキスト問題検索部では、アルゴリズム関係のテキストから抽出した膨大な問題の中から興味のある問題をキーワードにより検索して閲覧することを可能にしている。これまでに全世界で使われているアルゴリズム関係の英語の図書を約 60 冊購入し、次のような処理をおこなった。

1. スキャナによる本文の（画像としての）取り込み
2. OCR による文字認識
3. 目次、章や節の見出しと問題部分のテキストの取り出し
4. 問題部分のテキストを数式も含めて TeX フォーマットに変換
5. 各問題に固有の番号をつけると共に、関連するカテゴリとキーワードの付与
6. 各問題に書名、著者名などの情報を付与した後、データベースに登録

上記の処理を購入した 60 冊のテキストを対象に行い、現在までに 35 冊以上について上記の 5 までの処理を終えている。この作業に非常に時間を要し、データベースへの登録についてはまだ十分な成果を得ていないのが現状であり、平成 25 年度中にデータベースへの登録作業も急ぐ予定である。

本データベースは情報科学の一研究領域であるアルゴリズムに限定したものである。アルゴリズムと言っても、多様なトピックスを含んでいるが、それらをカテゴリーの名前で分類し、カテゴリーごとに問題を取り出せるようにしている。カテゴリー分類は以下の通りである。

0.0.0 Not Select

1.0.0 Foundations of Algorithms and Data Structures

1.1.0 Examples of Simple Algorithms

1.2.0 Asymptotic notations

1.3.0 Recurrences

1.3.1 The substitution method

1.3.2 The recursion-tree method

1.3.3 The master method

2.0.0 Sorting, Searching and Order Statistics

2.1.0 Searching

2.1.1 Binary search

2.2.0 Sorting algorithms

2.3.0 Insertion Sort

2.4.0 Heapsort

2.5.0 Quicksort

2.6.0 Counting sort

2.7.0 Radix sort

2.8.0 Bucket sort

2.9.0 Lower bounds for sorting

2.10.0 Medians and Order Statistics

2.11.0 Hashing

3.0.0 Elementary Data Structures

3.1.0 Stacks and queues

3.2.0 Priority queues

3.3.0 Linked lists

3.4.0 Hash Tables

3.5.0 Trees

3.5.1 Balanced search trees

3.5.2 Binary search trees

3.5.3 Red-black trees

3.6.0 Red-Black Trees

3.7.0 Skip list

4.0.0 Advanced Design and Analysis Techniques

4.1.0 Recursion

4.2.0 Greedy algorithms

4.3.0 Incremental Construction

II. 活動報告

- 4.4.0 Divide-and-Conquer
- 4.5.0 Dynamic Programming
- 4.6.0 Amortized Analysis
- 4.7.0 Prune-and-Search
- 4.8.0 Parametric Search
- 4.9.0 Fast Matrix Searching
- 5.0.0 Advanced Data Structures
- 5.1.0 B-Trees
- 5.2.0 Binomial Heaps
- 5.3.0 Fibonacci Heaps
- 5.4.0 Union-Find Data structure
- 5.5.0 Interval trees
- 5.6.0 Range trees
- 5.7.0 K-d trees
- 5.8.0 Augumenting data structures
- 6.0.0 Graph Algorithms
- 6.1.0 Elementary Graph Algorithms
- 6.2.0 Representations of graphs
- 6.3.0 Breadth-First search
- 6.4.0 Depth-First search
- 6.5.0 Topological sort
- 6.6.0 Strongly connected components
- 6.7.0 Minimum Spanning Trees
- 6.8.0 Shortest Paths
- 6.8.1 The Bellman-Ford algorithm
- 6.8.2 Dijkstra's algorithm
- 6.8.3 All-Pairs Shortest Paths
- 6.9.0 Maximum Flow
- 6.9.1 The Ford-Fulkerson method
- 7.0.0 Advanced Topics
- 7.1.0 Sorting Networks
- 7.2.0 Matrix Operations
- 7.3.0 Linear Programming
- 7.4.0 The simplex algorithm
- 7.5.0 Duality
- 7.6.0 Polynomials and the FFT
- 7.7.0 Number-Theoretic Algorithms
- 7.7.1 Greatest common divisor
- 7.7.2 Modular arithmetic
- 7.7.3 The Chinese remainder theorem

- 7.8.0 The RSA public-key cryptosystem
- 7.9.0 Primality testing
- 7.10.0 Integer factorization
- 7.11.0 String Matching
 - 7.11.1 The Rabin-Karp algorithm
 - 7.11.2 String matching with finite automata
 - 7.11.3 The Knuth-Morris-Pratt algorithm
- 7.12.0 NP-Completeness
 - 7.12.1 Complexity classes
 - 7.12.2 computability
- 7.12.0 Approximation Algorithms
- 7.13.0 The traveling-salesman problem
- 7.14.0 Randomized algorithms
- 7.15.0 Online algorithm
 - 7.15.1 Competitive ratio
- 7.16.0 Robotics
- 7.17.0 Vision and image processing
- 7.18.0 Evolutional computation
 - 7.18.1 Simulated annealing
 - 7.18.2 Genetic algorithm
 - 7.18.3 Tabu search
 - 7.18.4 Local search
- 7.19.0 Cryptography
- 7.20.0 Parallel algorithms
- 7.21.0 Distributed computing
- 8.0.0 Computational Geometry
 - 8.1.0 Fundamental Properties
 - 8.2.0 Polygons and Polygonal Regions
 - 8.3.0 Planar Subdivision
 - 8.4.0 Doubly-Connected Edge List
 - 8.5.0 Convex Hull
 - 8.6.0 Plane Sweep
 - 8.7.0 Triangulation
 - 8.8.0 Duality Transform
 - 8.9.0 Arrangements
 - 8.10.0 Topological Sweep and Walk
 - 8.11.0 Geometric Data Structures
 - 8.11.1 Segment Trees
 - 8.11.2 Interval trees
 - 8.11.3 Priority Search Trees

II. 活動報告

8.11.4 Range Trees

8.12.0 Voronoi Diagrams

8.13.0 Delaunay Triangulation

8.14.0 Geometric Algorithms

9.0.0 Mathematical Background

9.1.0 Summations

9.2.0 Sets

9.3.0 Relations

9.4.0 Functions

9.5.0 Graphs

9.6.0 Trees

9.7.0 Counting

9.8.0 Probability

9.8.1 Probabilistic Analysis

試験問題検索部では、アルゴリズム関係の試験問題の中から指定したキーワードに合致する問題を閲覧することができる。全世界の様々な大学にいる本センターのサポートボードメンバーを通じて試験問題の収集を行うためにメールでの依頼を行った。以下の表は問題をデータベースに寄稿してくれた研究者の所属機関である(個人名は伏せることとした)。

1. Lund University, Sweden
2. Indian Statistical Institute, India
3. Max Planck Institute for Information, Germany
4. University of Texas at San Antonio, USA
5. Notre Dame University, USA
6. Charles University, Czech
7. Smith College, USA
8. KAIST (Korean Advanced Institute of Science and Technology), Korea
9. Carleton University, Canada
10. City College of New York, USA
11. Karlsruhe Institute of technology, Germany
12. Dartmouth University, USA
13. University of California at San Diego, USA
14. University of Calgary, Canada

試験問題という性格上、学生を含め、世間一般に公開する性格のものではないので、試験問題の提供という形で貢献してくれたメンバーに対してのみユーザとしての資格を与えている。そのために専用のサーバをセンターに用意し、ICTユニットのサポートを得ながら、ユーザの管理も専門の職員を置いて管理している。

3. 問題データベースのシステム概要

テキスト問題に関しては著作権の問題があり，試験問題については学生への漏洩を心配する教員も多いことから，データベースへのアクセスを登録者だけに限定することが重要であった。そのために，今回開発した問題データベースシステムでは2段階の認証によりアクセスを可能としている。

利用可能なユーザは，試験問題データベースへの試験問題の提供に貢献してくれた本センターのサポートボードメンバーに限定している。登録メンバーだけがユーザ名とパスワードを保持しており，それによってデータベースにアクセスできる仕組みにしている。セキュリティのために，問題の登録はシステム管理者のみに許可し，一般のユーザには一切の書き込み処理を許可していない。

図1に問題データベースシステムのログイン画面と検索画面を示す。ログインでは2段階のログイン操作で安全性を担保している。検索においては，テキスト問題と試験問題のどちらを検索対象とするかを選択した後，キーワードあるいは細目表による問題の検索を可能にしている。

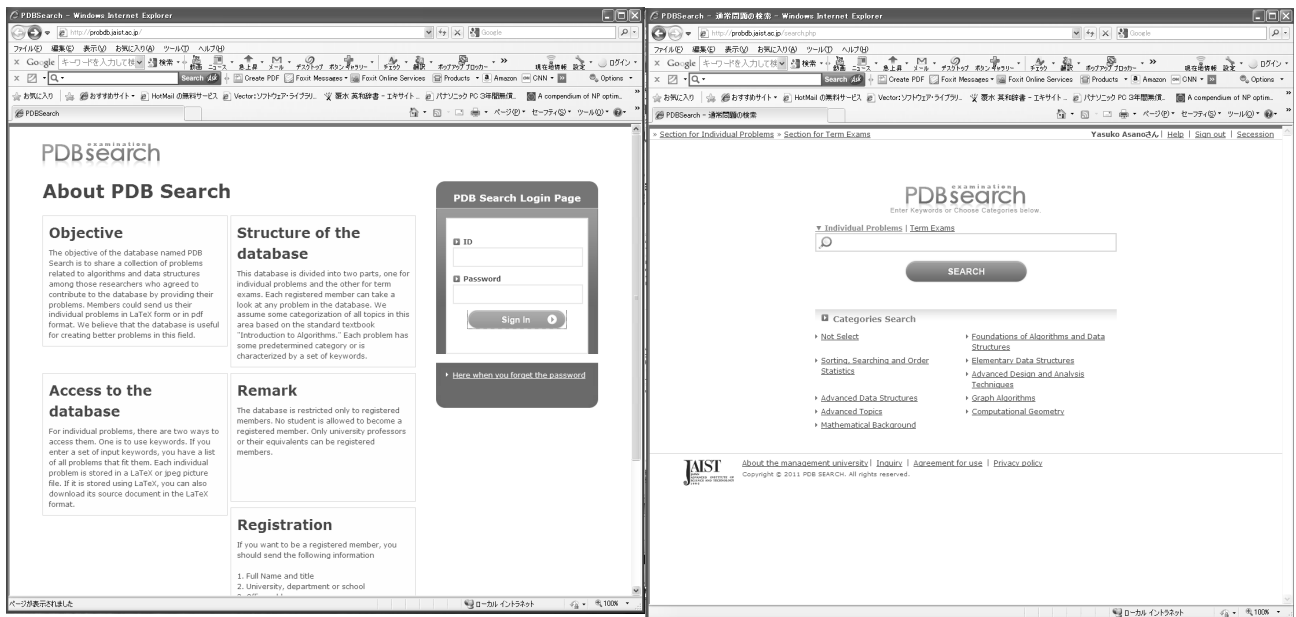


図1. 問題データベース。左はログイン画面。右は検索画面

5. まとめ

過去に英国エディンバラ大学を訪問する機会を得た。試験問題に関して英国は世界でも進んだ国だということを痛感させられた。英国においては，各講義が始まってすぐに講師は最終試験を試験問題審査委員会に送付してコメントをもらうことになっている。問題が難しすぎないか，講義内容を正確に反映しているかなど，様々な観点から評価を受けることになっている。何度か試験問題を改訂して最終的な問題作成に至る。日本では試験問題は教授の私的なものとする傾向もあるが，試験問題に重大な責任があることを考えると，試験問題の内容まで含めて講義評価を行うことが考えられる。しかし，教授個人だけで優れた試験問題を毎年作り続けることは難しいので，ここで開発した世界規模の問題データベースが役に立つ日が必ず来るものと思われる。