

WEB-SYNDIC

Web system for demonstrating and testing novel syntactic algorithms for solving linear diophantine equations

Problem domain

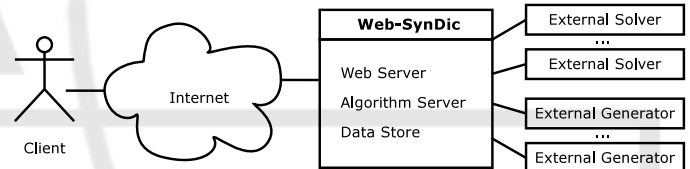
Nonnegative Linear Diophantine Equations (NLDE) are linear equations with integer coefficients and solutions in nonnegative integers:

$$Ax = b, \quad A \in \mathbb{Z}^{n \times m}, \quad b \in \mathbb{Z}^n, \quad x \in \mathbb{Z}_+^m.$$

NLDEs are topical subject of research in theories of numbers, semigroups and algorithms; they also have important applications in integer programming, operation research and cybernetics.

In general case solving NLDE is NP-complete or overNP problem. This includes the solvability problem, finding a particular solution and searching Hilbert basis. In practice time and space limits are crucial. Polynomial algorithms for some particular NLDE classes, including Hilbert basis searching, can be constructed on the base of the new syntactic method of solving NLDEs. It reduces the problem of solving NLDE to the problem of parsing in a formal grammar [1, 2, 3, 4, 6, 5, 7]. For a given grammar G one can construct an associated NLDE system (ANLDE system).

ternet resource for demonstrating and testing the originally developed syntactic algorithms [12, 14, 15, 16].



The Web-SynDic system allows a user:

- manually define ANLDE systems for solving (traditional text mathematical notation),
- automatically generate ANLDE systems (2 generators were implemented),
- search for Hilbert basis (main task),
- check the correctness of a result (testing of algorithms),
- estimate resource consumption (experimental analysis of algorithms),
- compare efficiency with alternative solvers (in current version slopes [8] and lp_solve [9] are supported).

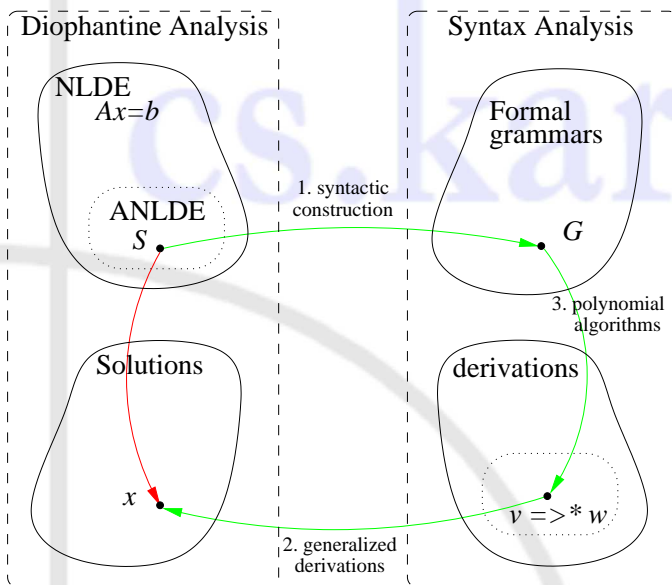
For more detailed estimation of the algorithms efficiency the distant solving of ANLDE systems has two modes:

- solving one ANLDE system.
- solving a set of ANLDE systems.

It includes large size systems (up to several thousands equations and unknowns), which can be solved in acceptable time only by our syntactic algorithm. "Solving a set" mode is useful for investigation of algorithms for some special classes of ANLDE systems.

Web-SynDic additional features:

- feedback with users (user notes and distributed testing of algorithms),
- user registration (optional),
- activity statistics,
- limits on solving process (time, memory, dimension, etc) for all users and for each user separately,
- online help and examples for users.



Experiment shows that the introduced syntactic algorithms are more significantly more efficient than available analogs in the case of medium and large size systems. More than 1 000 000 automatically generated homogenous NLDE systems were involved. For the most part of test systems the syntactic algorithms spent at most few minutes for searching Hilbert basis, but the integer linear programming solver could not find even a particular solution in reasonable time (several days).

Web-SynDic system

The Web-SynDic project implements unique scientific In-

Development of the web-system

The software was developed in accordance with software engineering standards. Project languages are Russian and English. Waterfall model for development process was used.

- Collecting requirements,
- Requirement Analysis,
- Design,
- Implementation,
- Testing,
- Deployment.

Full set of project documentation is supported. User documentation includes user guide and survey on ANLDE theory. Web-SynDic client requires only a standard Internet browser.

Web-server is implemented in Java, uses Apache Tomcat package, runs on Windows and Linux platforms. Translators of input ANLDE systems are implemented with jflex and byaccj tools. Source code has about 9000 lines of Java code (240 Kb); it includes 1500 LOC generated by jflex and byaccj and 25 JSP pages (64 Kb). For generating, solving and processing the results the automatic testing technology is used; It is implemented in C language [11, 13, 10].

Project was started on 7.07.2003, first realization was built on 20.12.2003. Recently α -testing phase is executed. Deployment of the web-system in the Internet is planned at Autumn, 2004.

Project team

Customer: Bogoyavlenskiy Y. A. (ybgv@cs.karelia.ru).

Manager: Korzun D. G. (dkorzun@cs.karelia.ru).

Developers: Kulakov K. A., Salo A. Ю., Kryshen M. A., Ananin A. V. (websyndic@cs.karelia.ru).

Контактная информация

Адрес: Российская Федерация, 185640, Республика Карелия, г. Петрозаводск, пр. Ленина, 33, Петрозаводский государственный университет.

Ректор: д. т. н., проф. Васильев Виктор Николаевич, телефон: +7(8142)711001, факс: +7(8142)711000, rector@psu.karelia.ru.

Кафедра ИМО: ауд. 215, главный корпус ПетрГУ, заведующий: к. т. н., доц. Богоявленский Юрий Анатольевич, телефон: +7(8142)711015, факс: +7(8142)711000, ybgv@cs.karelia.ru.

References

- [1] Miguel Filgueiras, Ana-Paula Tomas. Solving Linear Constraints on Finite Domains through Parsing. In P. Barahona, L. Moniz Pereira, A. Porto (eds.), Proceedings of the 5th Portuguese Conference on Artificial Intelligence, Springer-Verlag, 1991. LNAI 541. pp.1-16.
- [2] Богоявленский Ю. А., Корзун Д. Ж. *Общий вид решения системы линейных диофантовых уравнений, ассоциированной с контекстно-свободной грамматикой*. Труды Петрозаводского гос. ун-та. Сер. "Прикладная математика и информатика". Вып. 6. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 1998. С.79-94.
- [3] Корзун Д. Ж. *Решение одного класса линейных диофантовых уравнений в неотрицательных целых числах методами теории формальных языков*. Труды Петрозаводского гос. ун-та. Сер. "Прикладная математика и информатика". Вып.7. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 1998. С.93-116.
- [4] Корзун Д. Ж. *О существовании порождающей КС-грамматики для произвольной линейной диофантовой системы*. Труды Петрозаводского государственного университета. Сер. "Математика". Вып.6. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 1999. С.34-40.
- [5] Корзун Д. Ж. *Об одной взаимосвязи формальных грамматик и систем линейных диофантовых уравнений*. Вестник молодых ученых. Сер. "Прикладная математика и механика". Ном. 3, 2000. С.34-40.
- [6] Dmitry G. Korzun, *Grammar-Based Algorithms for Solving Certain Classes of Nonnegative Linear Diophantine Systems*. Transactions of the international seminar Finnish Data Processing Week at the University of Petrozavodsk (FD-PW'2000): Advances in Methods of Modern Information Technology. Vol.3. Petrozavodsk, 2001. pp.52-67.
- [7] Корзун Д. Ж. *Синтаксические алгоритмы решения неотрицательных линейных диофантовых уравнений и их приложение к моделированию структуры нагрузки канала Интернет*. Дисс. на соиск. канд. физ.-мат. наук. Петрозаводск, ПетрГУ, 2002. 185 с.
- [8] *Package Slopes*. <http://www.ncc.up.pt/~apt/dioph/>
- [9] M. Berkelaar. *Lp_solve*. <http://www.cs.sunysb.edu/~algorithm/implement/lpsolve/implement.shtml>
- [10] Кулаков К. А. *Тестирование и экспериментальный анализ алгоритмов решения неотрицательных линейных диофантовых уравнений*. Материалы 55-й научной студенческой конференции. Петрозаводск, апрель 2003.
- [11] Кулаков К. А. *Тестирование и экспериментальный анализ алгоритмов решения неотрицательных линейных диофантовых уравнений*. Выпускная квалификационная работа бакалавра, Петрозаводск: ПетрГУ, 2003. 42 с.
- [12] Кулаков К. А., Сало А. Ю., Анашкин А. В., Крышень М. А., Корзун Д. Ж., Богоявленский Ю. А. *Web-SynDic – система демонстрации и тестирования синтаксических алгоритмов решения неотрицательных линейных диофантовых уравнений*. Материалы межвузовского конкурса-конференции студентов и молодых ученых Северо-Запада "Технологии Microsoft в теории и практике программирования". СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2004. с.43-44.
- [13] Кулаков К. А., Корзун Д. Ж. *Технология автоматизации тестирования алгоритмов решения неотрицательных линейных диофантовых уравнений*. Материалы межвузовского конкурса-конференции студентов и молодых ученых Северо-Запада "Технологии Microsoft в теории и практике программирования". СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2004. с.142-143.
- [14] Сало А. Ю. *The Web-SynDic project: input data translation, session management, and activity statistics*. Выпускная квалификационная работа бакалавра, Петрозаводск: ПетрГУ, 2004.
- [15] Анашкин А. В. *Система Web-SynDic: разработка программного обеспечения на основе прецедентов*. Материалы 56-й научной студенческой конференции ПетрГУ. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2004 (принято в печать).
- [16] Крышень М. А. *Система Web-SynDic: разработка сервера и интерфейса пользователя*. Материалы 56-й научной студенческой конференции ПетрГУ. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2004 (принято в печать).