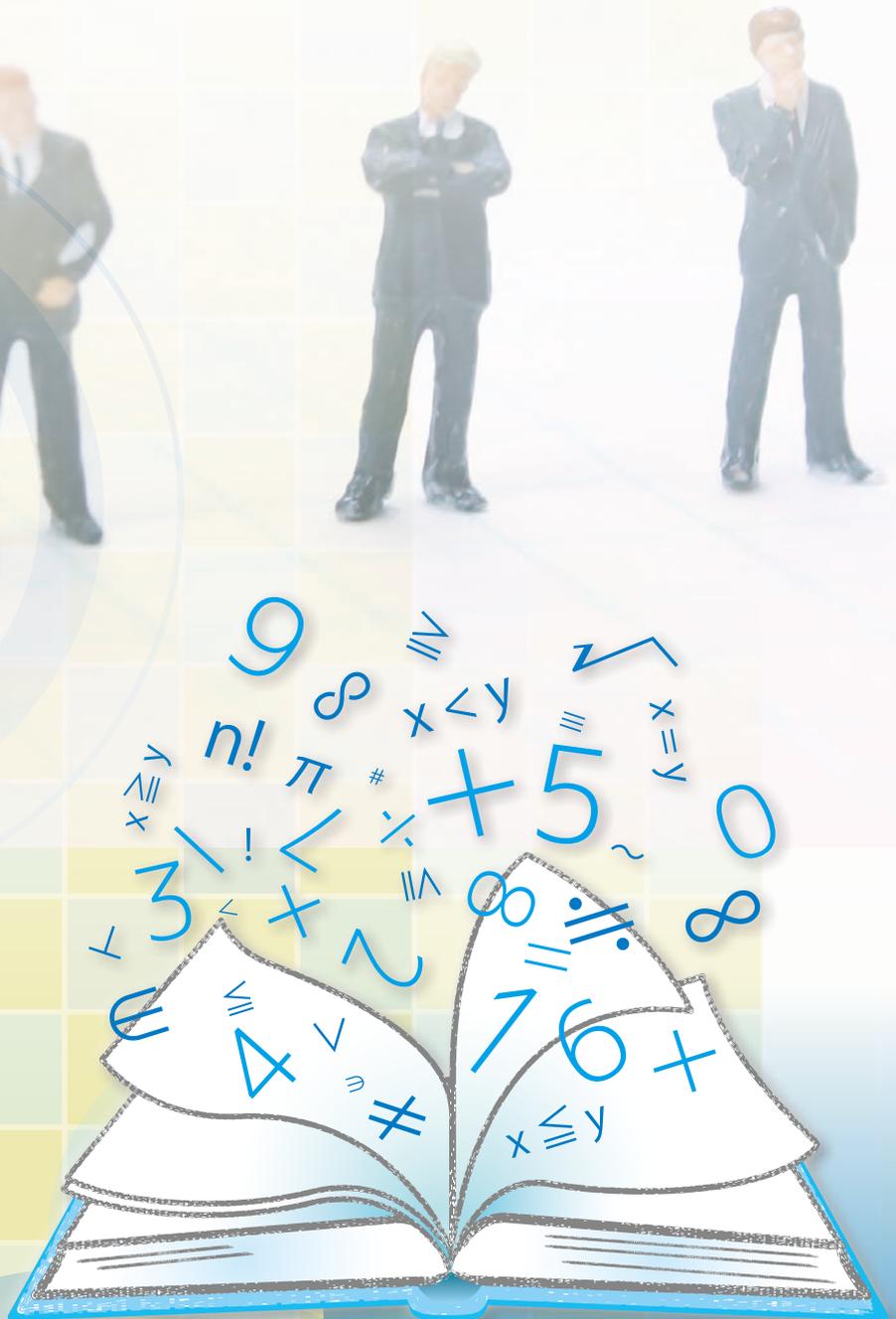


特集

SAT技術の進化と応用

～パズルからプログラム検証まで～



編集にあたって

番原睦則 (神戸大学) 鍋島英知 (山梨大学) 森畑明昌 (東京大学)

命題論理の充足可能性判定問題 (SAT: “さっと” と読む, Boolean SAT isfiability の略) は, 与えられた命題論理式の充足可能性を判定する問題である. 最近では, チューリング賞受賞者 Donald E. Knuth の有名な教科書「The Art of Computer Programming」の最新分冊 (2015 年末に出版) でも, 分冊丸ごと 300 ページ以上を使って SAT が紹介されている.

SAT は最初に NP 完全性が証明された問題であり, 人工知能および計算機工学における最も基本的な問題として, システム検証, プランニング問題, スケジューリング問題, 制約充足問題, 制約最適化問題, 定理証明など, さまざまな分野に応用されている. 近年, SAT の解を求める SAT ソルバーの性能が大きく向上し, これらの分野への実用的応用が急速に拡大している.

本特集では, こうした SAT 技術の最近動向を踏まえつつ, SAT の基礎から応用事例, 関連技術までを分かりやすく解説することを目指した.

本特集は 7 編の記事から構成されている. まず, 番原・鍋島による「1. SAT 技術の進化」では, SAT の基礎, 歴史, 現状, および SAT を拡張・発展させた問題等について概観する. 読者には, この記事で概要を把握した後に, 各記事を読んでいただくことをお勧めする. 続く, 田村・宋・番原による「2. SAT とパズル」では, 数独とナンバーリンクを例に, パズルを SAT ソルバーで解く手法を紹介する. パズルを SAT に翻訳する方法が丁寧に説明されており, SAT 入門として最適であろう. 藤田・越村による「3. SAT とラムゼー数」は, 数学の難問とし

て知られるラムゼー問題の SAT 解法を, 星間路線の運輸局役人の目を通してコミカルに描いている.

井上による「4. SAT と AI」では, 最新の AI から見た SAT の現状と将来について論じている. 今をときめくディープラーニングの立役者であるトロント大学・Google の Geoffrey Hinton は, 実は SAT の父とも言える George Boole (1815 ~ 1864 年) の玄孫だということから驚きである. 鍋島・岩沼・井上による「5. SAT ソルバーの最近の進展」では, 最新の SAT ソルバーで用いられる高速化技術について解説する. 特に, SAT ソルバーの並列化技法として, 探索空間分割とポートフォリオの 2 つを紹介している.

SAT ソルバーの研究が近年大きく発展したことを受けて, SAT の枠組みを多方面に拡張する試みも盛んになっている. 越村・藤田による「6. MaxSAT: SAT の最適化問題への拡張」では, ネットワークの最大流問題を例に, MaxSAT および MaxSAT ソルバーの使い方を紹介する. また, 石井・上田による「7. SMT ソルバーによるプログラム検証」では, 配列やリストなどのデータ構造や算術式を記述できるように SAT を拡張した SMT (Satisfiability Modulo Theories) について解説する.

本特集で取り上げるトピックスは, 基礎から応用まで含めるように配慮しつつも, 理論や応用の詳細に立ち入り過ぎることは避け, 多くの読者を対象としてできるだけ平易な解説を心掛けた. SAT というシンプルな問題がどのように進化・発展し, 広く応用されているかを理解していただけたらと思う.

(2016 年 5 月 24 日)