



図-2 言語処理部の構成

された入力を期待することが多い。数式処理も同様だが、言語処理により生成される論理式は非常に冗長で、従来の手法では解けないことが多かった。そのため、東ロボ数学ソルバーでは改良した限量子消去手法³⁾に加え、論理関数処理、幾何的不変性などを利用した論理式の簡単化手法⁴⁾が用いられている。上記の改良により、旧帝大の2次試験問題を人手で形式化し、生成した入力に対し、既存の限量子消去ツールでは正答率約88%に対して、現在開発中のツールでは約95%が解けた。

そのほかに、適用範囲拡大のため、多項式の問題に変換可能な三角関数問題への拡張や代数曲線で囲まれた図形の面積を求める手法が用いられている。

2016 模試の結果

2016年度のセンター形式および東大形式模試に対する評価結果を図-3, 4に示す。2015年度までの模試による数学解答システムの評価では、言語処理部のうち未完成の部分を、人手で付与した言語処理結果で代替していた。この、人が介在する設定での評価結果は、意味辞書の被覆率および曖昧性解消処理について理想化した場合の性能の上限となる。2016年度は、人が介在する設定(図の「修正あり」)に加え、システム全体を自動的に動かした場合(「完全自動」)の結果を評価した。両設定の下での得点にはまだ開きがある。また、センター形式模試に対する得点は、理想化した設定の下でも東大受験者レベルには達していない。一方で、東大形式模試(理系)

数学I+A				数学II+B			
問題・分野	配点	完全自動	修正あり	問題・分野	配点	完全自動	修正あり
[1]-1 数と式	10	0	10	[1]-1 三角関数	15	0	2
[1]-2 集合	10	6	3	[1]-2 指数・対数	15	5	5
[1]-3 2次関数	10	2	6	[2] 微分・積分	30	15	19
[2]-1 図形と計量	15	11	15	[3] 数列	20	11	13
[2]-2 データ分析	15	6	6	[4] ベクトル	20	12	20
[4] 整数の性質	20	10	10				
[5] 図形の性質	20	8	10				
				合計	43点	59点	
				合計	43点	70点	

*修正あり：不足の辞書エントリを追加し、言語処理における曖昧性解消を人手で行った場合

図-3 進研マーク模試 2016の結果

文系				理系			
問題・分野	配点	完全自動	修正あり	問題・分野	配点	完全自動	修正あり
[1] 図形と方程式	20	0	20	[1] 整数	20	20	
[2] 確率	20	白紙	白紙	[2] 確率	20	白紙	
[3] 微積分	20	0	6	[3] 図形と方程式	20	20	
[4] 整数	20	20	20	[4] 立体の体積	20	20	
				[5] 積分の極限	20	白紙	
				[6] 複素平面	20	20	
				合計	80点		
				偏差値	76.2		

*修正あり：
 文系[1] \rightarrow 不足の辞書エントリを追加
 文系[2] \rightarrow 共参照解析の結果を修正

図-4 代ゼミ東大模試 2016の結果

においては完全に自動的な処理で4問に完答し偏差値76.2を達成した。

今後の展望

言語処理部の性能向上および演繹部が対応する問題タイプの拡大に加え、演繹を通じた曖昧性解消など分野横断的な技術開発がさらに必要である。

参考文献

- 1) Matsuzaki, T., Iwane, H., Anai, H. and Arai, N. H.: The Most Uncreative Examinee: A First Step toward Wide Coverage Natural Language Math Problem Solving, In Proceedings of the Twenty-Eighth AAAI Conference on Artificial Intelligence, pp.1098-1104 (2014).
- 2) Matsuzaki, T., Ito, T., Iwane, H., Anai, H. and Arai, N. H.: Semantic Parsing of Pre-university Math Problems, In Proceedings of the 55th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (ACL-2017), 2017. to appear.
- 3) Iwane, H., Matsuzaki, T., Arai, N. H. and Anai, H.: Automated Natural Language Geometry Math Problem Solving by Real Quantifier Elimination, In Proceedings of the 10th International Workshop on Automated Deduction (ADG2014), pp.75-84 (2014).
- 4) Iwane, H. and Anai, H.: Formula Simplification for Real Quantifier Elimination using Geometric Invariance, In Proceedings of the 42nd International Symposium on Symbolic and Algebraic Computation (ISSAC-2017), 2017. to appear. (2017年3月31日受付)

■松崎拓也(正会員) matuzaki@nuee.nagoya-u.ac.jp

専門は言語処理。東大助教、国立情報学研究所特任准教授を経て現在、名古屋大学准教授。

■岩根秀直 iwane@jp.fujitsu.com

専門は数式処理。(株)富士通研究所人工知能研究所所属。博士(数理学)。