



2011年6月1日

Gurobi Optimizer version 4.5 ベンチマーク総合評価

Gurobi Optimizer 4.5 は、優位を維持

Gurobi Optimizer 4.5 が他のソルバに対する優位性を維持していることが、重要な実用ベンチマークで示されました。Gurobi はコア数 1、4、12 いずれの場合でも、最適化のモデルを CPLEX や XPRESS より一貫して高速に解きました。あるベンチマーク問題グループでは、Gurobi の平均パフォーマンスは、他の 8 倍を超えています。さらに、計算時間に制限が課せられている時には、他のソルバが解を得られない場合でも Gurobi は頻繁に解を得ています。計算が速いことと確実に解が得られることは、最適化ソルバにとって重要なことであり、役に立つ解と生産性の向上をユーザにもたらしめます。

アリゾナ州立大学のミッテルマン教授は、多くの最適化ソルバと広範な種類の最適化問題について、ベンチマーク結果を公表しています。ベンチマーク問題は 8 つの種類に分かれ、実数と混合整数の LP について、3 つの代表的な商用最適化ソルバの性能を比較しています。

ベンチマーク全体を見ると、Gurobi Optimizer 4.5 は、CPLEX 12.2.0.2 と XPRESS 7.2 より一貫して優れていることが明らかになります。このベンチマークの詳細は、ミッテルマン教授のウェブサイト [Benchmarks for Optimization Software](#) に示されています。

以下では、そのベンチマーク結果を、項目別に説明します。

混合整数計画(MIP)ベンチマークでの Gurobi の優位

- **Feasibility:** MIP問題で、実行可能解をひとつ見つけるまでの時間を測定しています。Gurobiの速度は平均で、CPLEXの3倍、XPRESSの8倍を超えています。
- **Infeasibility:** MIPモデルに実行可能解がないことを証明することは、モデル開発において重要な意味を持ちます。GurobiはCPLEXより20%、XPRESSより80%速く、実行不可能性を証明しました。
- **Pathological:** 極端に例外的な問題についてのベンチマークです。ここでGurobiは勝っていませんが、ミッテルマン教授は「このベンチマーク項目は、ソルバ間の代表的な相対比較ではない」と断っており、最高のMIPソルバにも例外的に不得意な問題があることを示しています。テストモデルが頻繁に入れ替えられているために、この項目での勝者は、頻繁に入れ替わっています。
- **MIQP:** 目的関数が2次のMIPモデルについての性能測定です。Gurobiの平均の速さは、CPLEX、XPRESSの2倍を超えています。解けない問題が少ない点でも、Gurobiは優れています。
- **MIPLIB 2010:** MIP最適解を得る時間の比較です。この表を作成する時、Gurobi 4.5 はbetaバージョンしか公開されていなかったため、Gurobi 4.5 betaが他のソルバの正式リリースバージョンと比較されています。この比較表にはまだ載っていませんが、Gurobi Optimizer 4.5 正式リリース版は、CPUコア数が1でも12でも、CPLEX、XPRESSより良い結果が得られています。



Benchmark	他のソルバと Gurobi の計算時間比 Gurobi を 1.0 とする					
	CPLEX			XPRESS		
	P=1	P=4	P=12	P=1	P=4	P=12
Feasibility	3.57x	-	-	8.16x	-	-
Infeasibility	-	1.20x	-	-	1.80x	-
Pathological*	-	0.83x	-	-	0.98x	-
MIQP	-	2.43x	-	-	2.22x	-
MIPLIB 2010 - beta**	1.17x	-	0.98x	0.85x	-	0.94x
MIPLIB 2010**	1.40x	-	1.16x	1.02x	-	1.11x

表中の '-' は、データがないこと示しています。

* この項目の値はウェブページ [From Prof. Mittelmann](#) のデータを使用しましたが、サイトの所有者ミッテルマン教授は、「このベンチマーク項目は、ソルバ間の代表的な相対比較ではない」と断っています。

ここで示したのは、Gurobi 社独自の見解です。

** MIPLIB 2010 に関してはふたつの値が載っています。上段は Gurobi Optimizer 4.5 ベータ版によるもので、公式にはこの値が採用されています。下段は Gurobi Optimizer 4.5 正式リリース版の値で、公式にはまだ発表されていません。表中の値から分かるように、正式リリース版は明らかに改善されています。正式リリース版の結果は、近いうちに公式に発表されるでしょう。

次の表は、異なる観点から MIP に対する Gurobi の性能を示しています。テスト問題ごとに異なる値を設定した制限時間内に、各ソルバが解けなかったモデル数を示しており、値が小さいほど、制限時間内に多くの問題が解けたことを示しています。例えば MIPLIB 2010、コア数 12 で、Gurobi は全 87 問の解を得ています。一方 XPRESS は 87 問中の 7 問で解が得られませんでした。全体として Gurobi Optimizer 4.5 は、CPLEX や XPRESS より、制限時間内に解が得られなかった問題数がかなり少ないです。



Benchmark	問題数	解けなかった問題数								
		Gurobi			CPLEX			XPRESS		
		P=1	P=4	P=12	P=1	P=4	P=12	P=1	P=4	P=12
Feasibility	34	2	-	-	5	-	-	7	-	-
Infeasibility	12	-	0	-	-	0	-	-	1	-
Pathological	16	-	4	-	-	3*	-	-	7*	-
MIQP	24	-	0	-	-	2	-	-	2	-
MIPLIB 2010 beta**	87	12	-	3	13	-	3*	14	-	7
MIPLIB 2010**		12	-	0						

表中の '-' は、データがないこと示しています。

* CPLEX と XPRESS が解けなかった原因のうちのいくつかは、クラッシュまたはメモリオーバーによるものです。

** MIPLIB 2010 に関して Gurobi Optimizer 4.5 だけふたつの値が載っている理由は、前の表と同じです。

線形(LP)のベンチマークでの Gurobi の優位

- [Dual Simplex](#) と [Barrier with Crossover](#): デュアル・シンプレックスとバリア・アルゴリズムは、LP問題の解法として広く使われています。この比較表を見れば、コア数が 1 でも 4 でも、Gurobiが速いことが分かります。
- [Barrier without Crossover](#): この表は、バリアでクロスオーバーを使わないという、一般的でない解き方で比較しています。この解き方が必要なことはまれであるため、テスト問題は少ししか用意されていません。Gurobiは大規模で解きにくい問題で良い結果を出しており、実用アプリケーションで優れていることを示しています。

Benchmark	他のソルバと Gurobi の計算時間比 Gurobi を 1.0 とする			
	CPLEX		XPRESS	
	P=1	P=4	P=1	P=4
LP Dual Simplex	1.36x	-	1.16x	-
LP Barrier with Crossover	-	1.50x	-	1.16x
LP Barrier without Crossover	-	2.04x	-	0.76x

表中の '-' は、データがないこと示しています。



Gurobi Optimization の提供する最適化ソルバは、広範な産業分野で使われています。
性能、個別の最適化問題をどう解くかなど、Gurobi Optimizer 4.5 に関するより詳しい情報は、info@octobersky.jpにお問い合わせください。

以上