

分岐予測器におけるローカル履歴テーブルの最適な構成の探索

◆ 畔柳 圭佑
東京大学

◆ 澤田 武男
東京大学

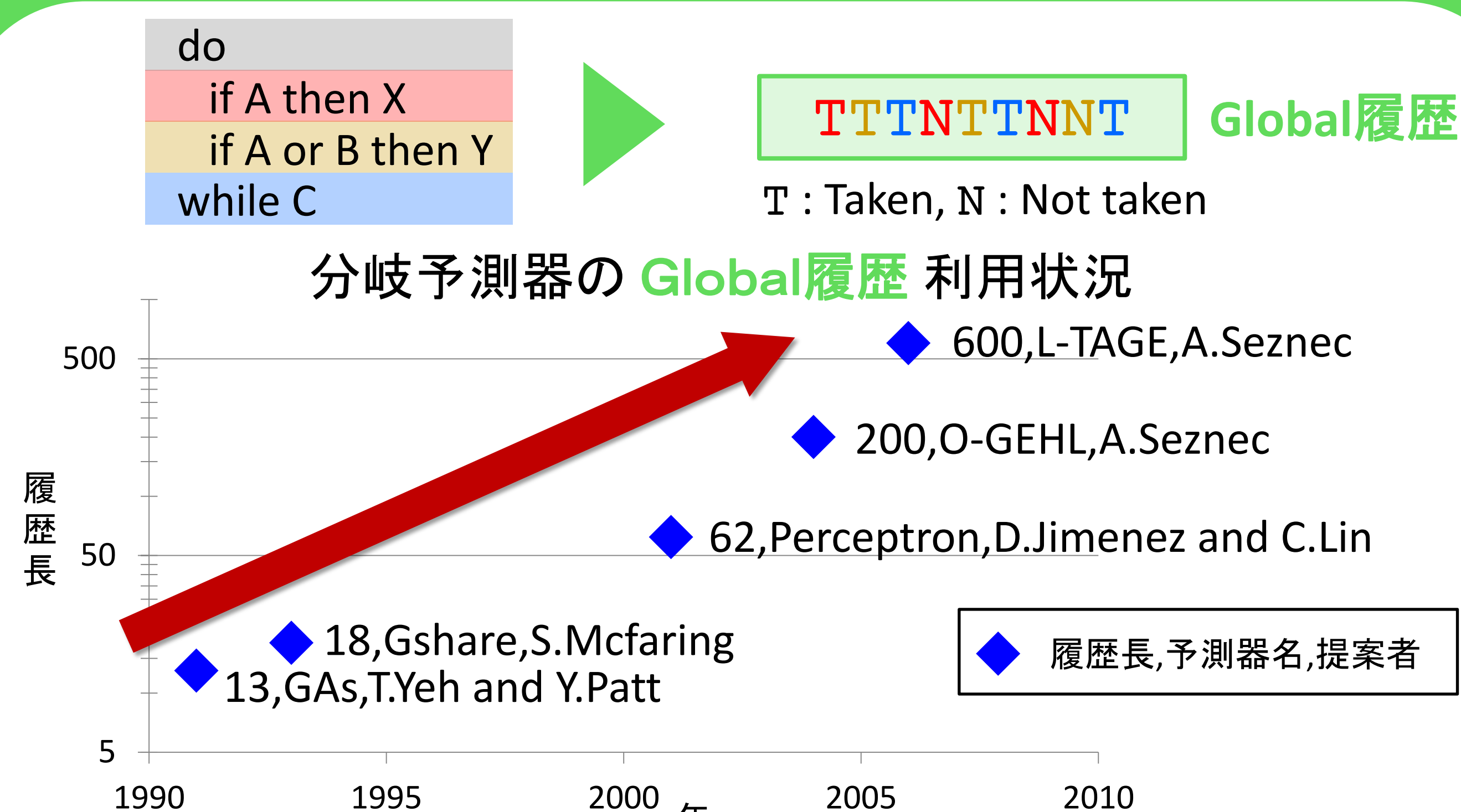
◆ 石井 康雄
東京大学、NEC

◆ 稲葉 真理
東京大学

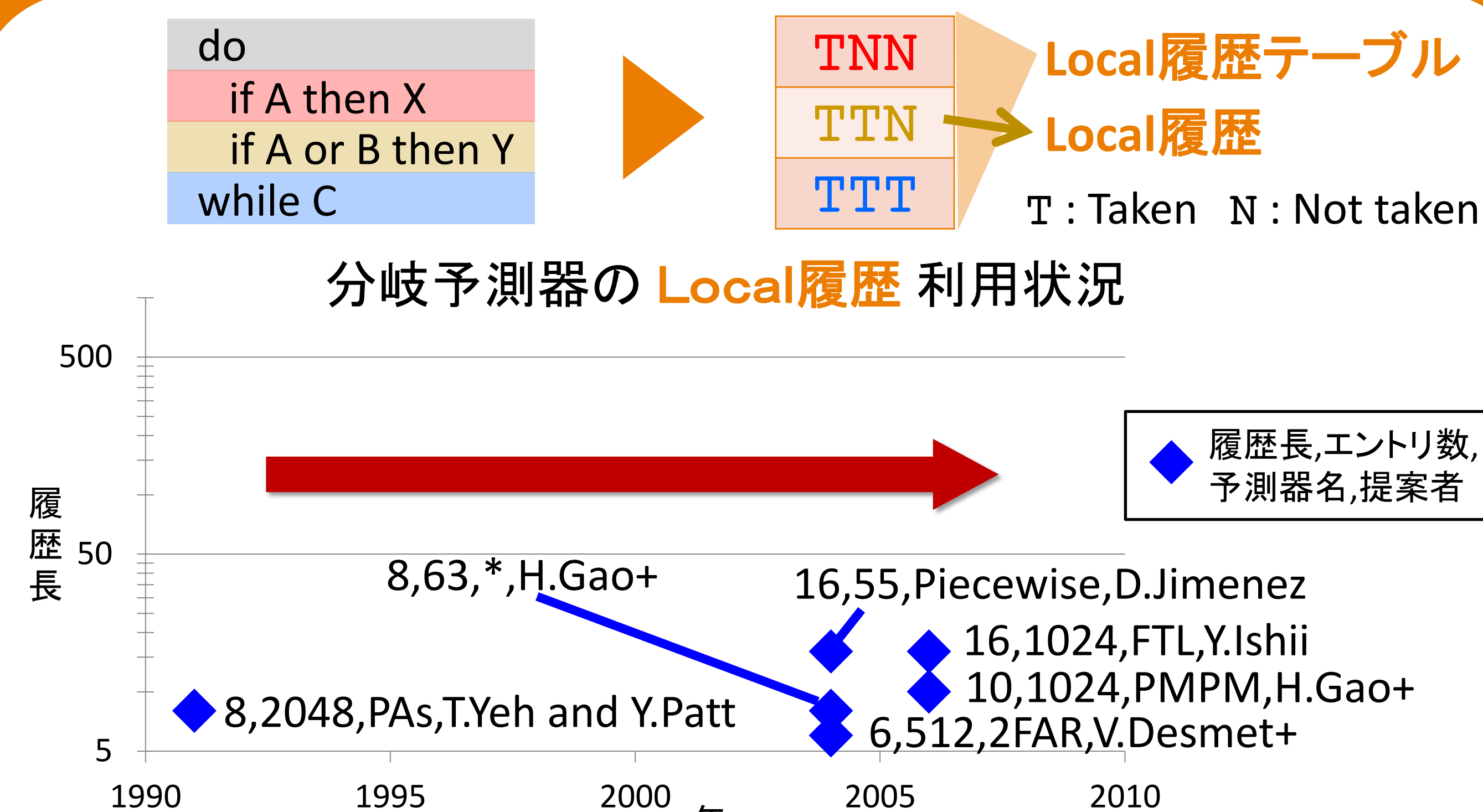
◆ 平木 敬
東京大学



高性能なプロセッサの構成には分岐履歴を利用する高精度な分岐予測器の存在が欠かせない。
全分岐命令の履歴(**Global履歴**)・分岐命令ごとの履歴(**Local履歴**)が主に利用されている。[1,2]



利用できる**Global履歴長**は分岐予測器の進歩とともに長くなっている。



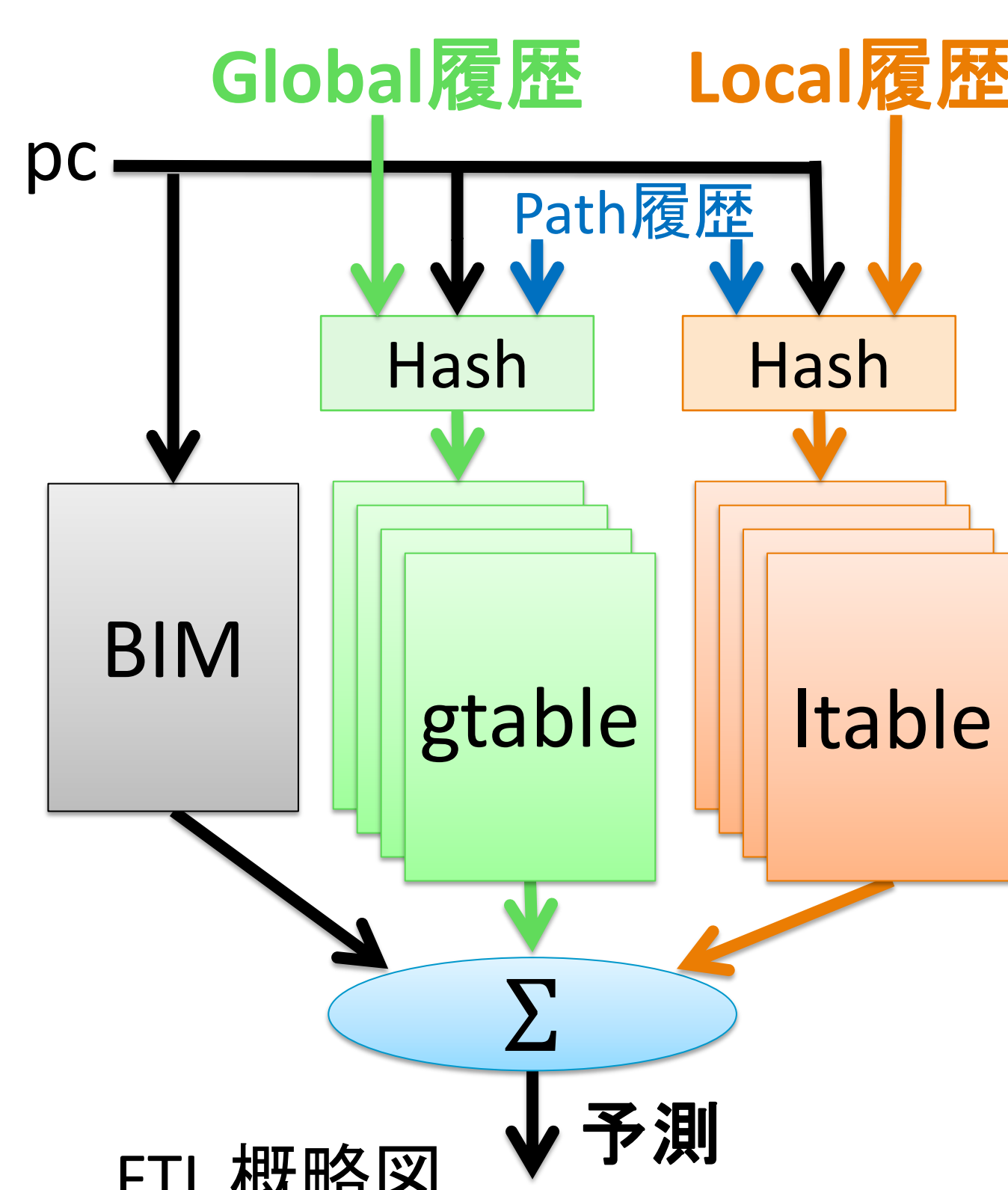
Local履歴テーブルの構成に大きな変化はない。
このような構成が本当に最適なのか？

研究目的と実験

長い履歴を扱える分岐予測器において、どのような**Local履歴テーブル**の構成が効果的なのか調査する

Fused Two-Level Branch Predictor[3]
(FTL)の**Local履歴テーブル**を様々な
エントリ数・履歴長に変化させ、それ
ぞれの構成での予測精度を測定。
CBP3[4]のフレームワーク・配布ト
レースを用いて評価。40トレースの
1,000命令あたり予測ミス数(MPKI)の
平均値を評価指標とした。

	入力	数
BIM	PC	1
gtable	PC, Global履歴 , Path履歴	10
ltable	PC, Local履歴 , Path履歴	5



実験の結果有用と考えられるエントリ数の少ない**Local履歴**は、**Per-Set履歴**[5]の一つの形態である。**Per-Set履歴**とは分岐命令を複数のSetに分け、それぞれのSetごとに記録される履歴のことである。



Per-Set履歴はエントリ数の少ないテーブルを利用するため、長い履歴でも実際のハードウェアで扱うことができる。また、Set分けの方法によって多様な性質の履歴を作り出せる。このような特性と予測機構が組み合わせられ、低コストで高精度な予測が実現される。

Per-Set履歴の特性

履歴を利用する技術

ハードウェア
で扱いやすい

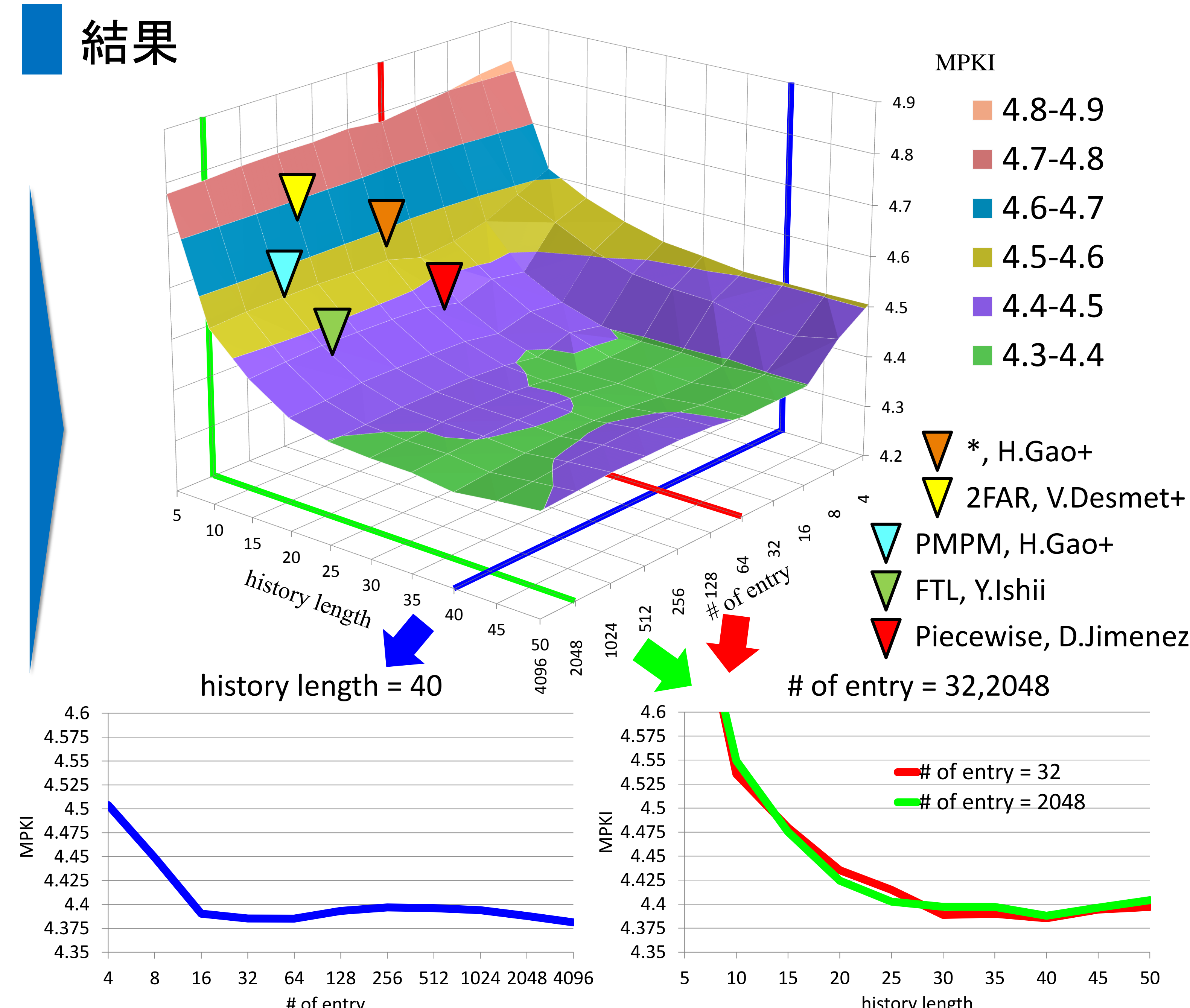
長い履歴を利用
できる機構

多様な履歴を
生成できる

複数の履歴を利用
できる機構

低コストで
高精度な予測
Per-Set

結果



履歴長40ではエントリ数32と比べてエントリ数4096のMPKIの向上は**0.09%**
一方、エントリ数32では履歴長15と比べて履歴長40のMPKIの向上は**2.2%**

Global履歴同様長い**Local履歴**の利用で精度向上
エントリ数が少なくても、予測精度の低下は小さい

まとめと今後の展望

履歴長が長くエントリ数の少ない**Local履歴**(**Per-Set履歴**)の利用が低コストで高精度な分岐予測器の構成に有用である。

分岐予測器の利用する履歴に対する研究が、さらなる予測精度の向上につながる可能性を秘めている。エントリ数が少なくても性能低下を起こさない理由の解明や、**Per-Set履歴**の効果的なSet分け方法とその組み合わせ方の探索が今後の課題である。

研究成果の利用

ISCA2011Workshopで開催される分岐予測の精度を競うコンテスト(CBP3[4])に本研究の成果を利用した分岐予測器FTL++ (MPKI:4.17)を提出、予選を通過した。6/4の決勝にて発表を行う予定である。

References

- [1] Championship Branch Prediction (<http://www.jilp.org/cbp/>).
- [2] 2nd Championship Branch Prediction (<http://cava.cs.utsa.edu/camino/cbp2/>).
- [3] Ishii, Y.: Fused Two-Level Branch Prediction with Ahead Calculation, The Journal of Instruction-Level Parallelism, Vol. 9 (2007).
- [4] 3rd Championship Branch Prediction (<http://www.jilp.org/jwac-2/>).
- [5] Yeh, T.-Y. and Patt, Y. N.: A comparison of dynamic branch predictors that use two levels of branch history, ISCA '93, pp.257-266 (1993).