Sampling Effect on Performance Prediction of Configurable Systems : A Case Study

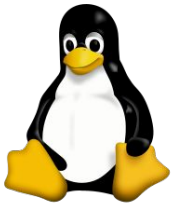
Juliana Alves Pereira, Mathieu Acher, Hugo Martin, Jean-Marc Jezequel

Configurable systems

Configurable systems

ORACLE

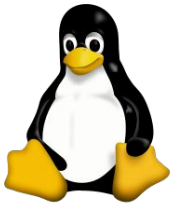
BERKELEY DB



Configurable systems

Pros

- Adaptive
- Lots of options



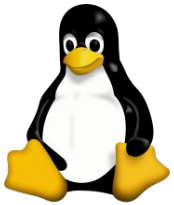
Configurable systems

Pros

- Adaptive
- Lots of options

Cons

- Lots of options (and interactions)
- Increasingly complex



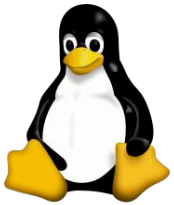
Configurable systems

Pros

- Adaptive
- Lots of options

Cons

- Lots of options (and interactions)
- Increasingly complex



Machine learning to the rescue

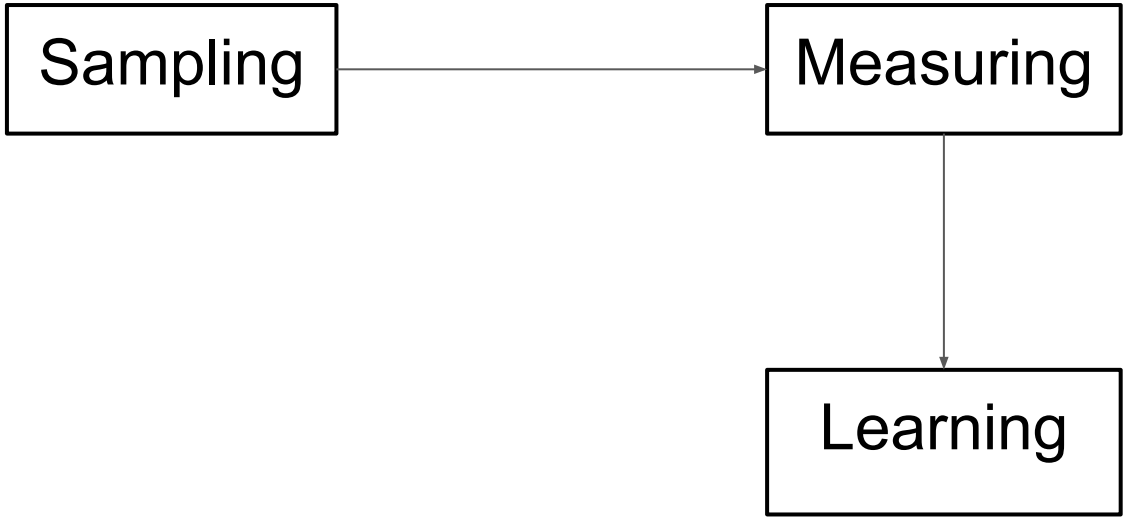
Machine Learning and Configurable systems

Machine Learning and Configurable systems

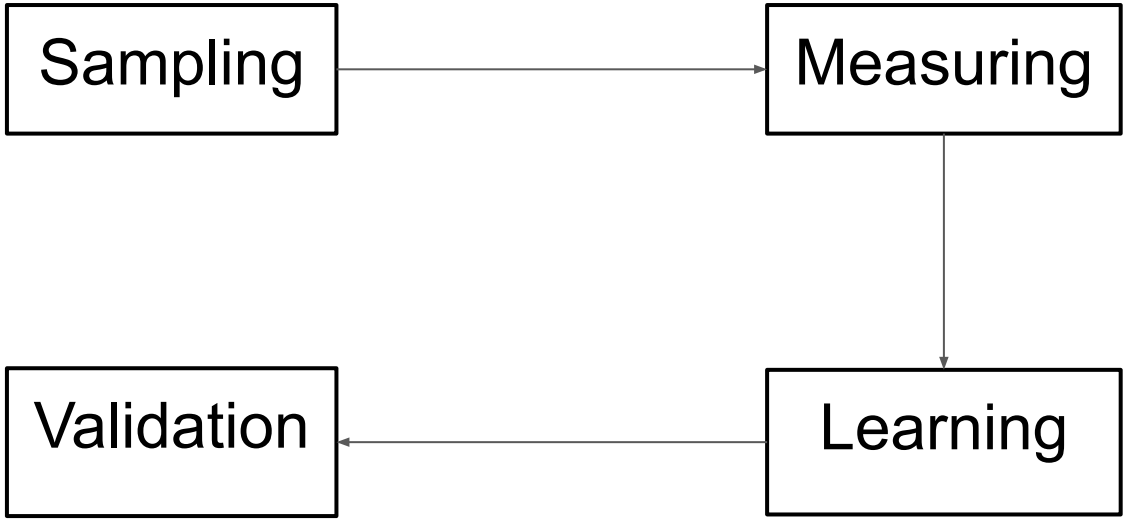
Sampling

Machine Learning and Configurable systems

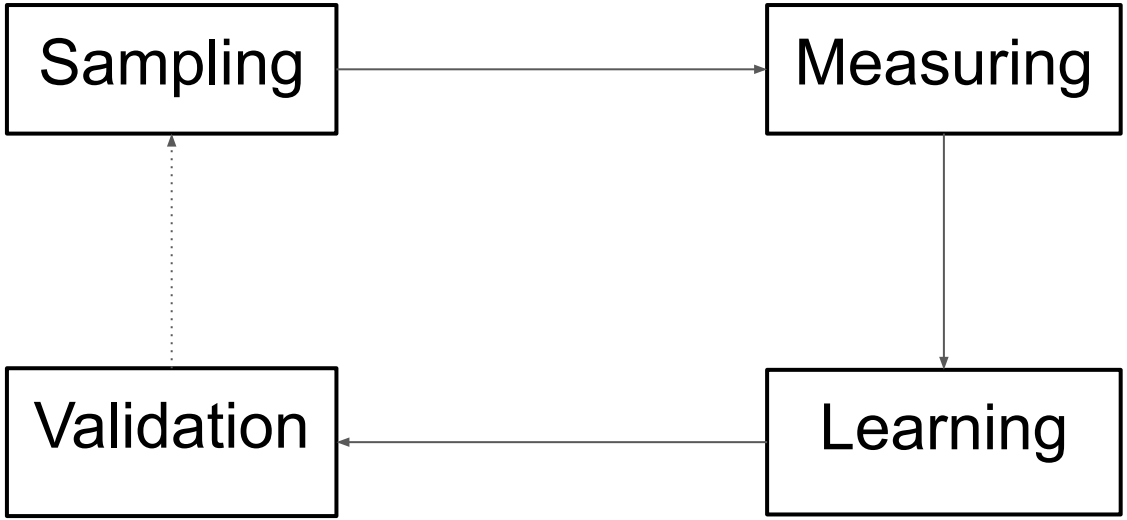
Machine Learning and Configurable systems



Machine Learning and Configurable systems



Machine Learning and Configurable systems



Distance-Based Sampling of Software Configuration Spaces

Distance-Based Sampling of Software Configuration Spaces

- C. Kaltenecker, A. Grebhahn, N. Siegmund, J. Guo and S. Apel, "Distance-Based Sampling of Software Configuration Spaces," *2019 IEEE/ACM 41st International Conference on Software Engineering (ICSE)*, Montreal, QC, Canada, 2019, pp. 1084-1094.

Distance-Based Sampling of Software Configuration Spaces

- C. Kaltenecker, A. Grebhahn, N. Siegmund, J. Guo and S. Apel, "Distance-Based Sampling of Software Configuration Spaces," *2019 IEEE/ACM 41st International Conference on Software Engineering (ICSE)*, Montreal, QC, Canada, 2019, pp. 1084-1094.

- Proposing a new sampling solution : Distance-Based Sampling

Distance-Based Sampling of Software Configuration Spaces

- C. Kaltenecker, A. Grebhahn, N. Siegmund, J. Guo and S. Apel, "Distance-Based Sampling of Software Configuration Spaces," *2019 IEEE/ACM 41st International Conference on Software Engineering (ICSE)*, Montreal, QC, Canada, 2019, pp. 1084-1094.

- Proposing a new sampling solution : Distance-Based Sampling

- Empirical study on 10 subject systems and 6 sampling strategies

Sampling strategies

- Coverage-based

Sampling strategies

- Coverage-based
- Solver-based
- Randomized solver-based

Sampling strategies

- Coverage-based
- Solver-based
- Randomized solver-based

- Random

Sampling strategies

- Coverage-based
- Solver-based
- Randomized solver-based

- Random

- Distance-based
- Diversified distance-based

Subject systems

- 7z
- BerkeleyDB-C
- Dune MGS
- HIPAcc
- Java GC
- LLVM
- LRZIP
- Polly
- VPXENC
- x264

Subject systems

- 7z
- BerkeleyDB-C
- Dune MGS
- HIPAcc
- Java GC
- LLVM
- LRZIP
- Polly
- VPXENC
- x264

Experiment setup

- Machine learning based on multiple linear regression and feature-forward selection
- Mean Relative Error (MRE)

Results

	Coverage-based			Solver-based			Randomized solver-based			Distance-based			Diversified distance-based			Random		
	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$
7z	51.2 %	33.8 %	22.6 %	65.4 %	58.2 %	25.2 %	55.1 %	37.2 %	16.7 %	85.9 %	27.3 %	16.6 %	74.3 %	**16.3 %**	17.2 %	58.2 %	15.1 %	9.9 %
BDB-C	122.9 %	29.0 %	26.5 %	49.5 %	46.8 %	42.0 %	**45.1 %**	46.1 %	18.1 %	320.0 %	75.1 %	15.0 %	237.0 %	**12.7 %**	**9.3 %**	121.3 %	39.1 %	12.2 %
Dune	**15.5 %**	12.5 %	11.4 %	23.6 %	15.1 %	11.8 %	43.3 %	16.8 %	11.2 %	24.4 %	15.2 %	11.4 %	21.5 %	**11.8 %**	**11.0 %**	17.6 %	11.5 %	11.3 %
Hipacc	**26.2 %**	20.5 %	20.5 %	44.8 %	17.2 %	14.7 %	31.9 %	15.7 %	14.2 %	27.9 %	19.0 %	15.3 %	31.5 %	**14.5 %**	**14.0 %**	19.9 %	13.9 %	13.4 %
JavaGC	**36.7 %**	32.1 %	23.7 %	54.2 %	59.3 %	35.8 %	41.9 %	37.8 %	30.2 %	72.9 %	43.8 %	28.2 %	56.0 %	29.9 %	**13.2 %**	55.8 %	13.9 %	12.3 %
LLVM	6.2 %	6.2 %	5.8 %	9.5 %	5.5 %	5.2 %	5.6 %	5.2 %	5.4 %	5.8 %	**5.2 %**	5.3 %	5.9 %	5.3 %	5.2 %	5.6 %	5.2 %	5.2 %
lrzip	**27.2 %**	28.2 %	**13.4 %**	47.3 %	27.3 %	23.9 %	91.5 %	36.0 %	25.0 %	162.5 %	39.7 %	21.9 %	134.2 %	**25.1 %**	18.2 %	62.7 %	18.3 %	15.6 %
Polly	**19.7 %**	12.7 %	**7.3 %**	20.3 %	16.1 %	15.5 %	20.0 %	13.6 %	14.0 %	23.3 %	14.2 %	14.9 %	25.8 %	**10.5 %**	11.8 %	25.1 %	13.0 %	10.3 %
VP9	**100.3 %**	96.3 %	45.3 %	413.0 %	224.2 %	80.8 %	470.2 %	389.1 %	94.5 %	721.9 %	125.0 %	84.5 %	189.8 %	**66.5 %**	**32.0 %**	80.6 %	27.2 %	23.3 %
x264	20.9 %	11.9 %	10.9 %	26.2 %	40.4 %	42.2 %	18.5 %	22.2 %	33.2 %	14.7 %	10.0 %	9.4 %	**12.6 %**	**8.8 %**	**9.0 %**	13.5 %	9.2 %	9.1 %
Mean	**42.7 %**	28.3 %	18.7 %	75.4 %	51.0 %	29.7 %	82.3 %	62.0 %	26.2 %	145.9 %	37.4 %	22.2 %	78.9 %	**20.1 %**	**14.1 %**	46.0 %	16.6 %	12.3 %

- Coverage-based is dominant at low sample size
- Diversified distance-based is dominant on higher sample size
- Diversified distance-based is close to random sampling accuracy, even better in some cases

Is it true?

Replicating the experiment

Replicating the experiment

- Subject system : x264, video encoder

Replicating the experiment

- Subject system : x264, video encoder

	Coverage-based			Solver-based			Randomized solver-based			Distance-based			Diversified distance-based			Random		
	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$
x264	20.9 %	11.9 %	10.9 %	26.2 %	40.4 %	42.2 %	18.5 %	22.2 %	33.2 %	14.7 %	10.0 %	9.4 %	**12.6 %**	**8.8 %**	**9.0 %**	13.5 %	9.2 %	9.1 %

Replicating the experiment

- Subject system : x264, video encoder

	Coverage-based			Solver-based			Randomized solver-based			Distance-based			Diversified distance-based			Random		
	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$
x264	20.9 %	11.9 %	10.9 %	26.2 %	40.4 %	42.2 %	18.5 %	22.2 %	33.2 %	14.7 %	10.0 %	9.4 %	**12.6 %**	**8.8 %**	**9.0 %**	13.5 %	9.2 %	9.1 %

- Changing the input video : 17 videos

Replicating the experiment

- Subject system : x264, video encoder

	Coverage-based			Solver-based			Randomized solver-based			Distance-based			Diversified distance-based			Random		
	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$
x264	20.9 %	11.9 %	10.9 %	26.2 %	40.4 %	42.2 %	18.5 %	22.2 %	33.2 %	14.7 %	10.0 %	9.4 %	**12.6 %**	**8.8 %**	**9.0 %**	13.5 %	9.2 %	9.1 %

- Changing the input video : 17 videos

- Changing the measured non-functional property

Experimental setup

What does vary?

- Sampling strategy (6 strategies)
- Sample size (3 sample size)
- Encoded video (17 videos)
- System configuration (1152 configurations)
- Measured property (Encoding time, encoding size)

Experimental setup

What does vary?

- Sampling strategy (6 strategies)
- Sample size (3 sample size)
- Encoded video (17 videos)
- System configuration (1152 configurations)
- Measured property (Encoding time, encoding size)

What doesn’t vary?

- Learning algorithm (Performance-Influence Model)
- Learning algorithm hyperparameters
- Configurable Software (x264)
- Version
- Hardware

Experimental setup

What does vary?

- Sampling strategy (6 strategies)
- Sample size (3 sample size)
- Encoded video (17 videos) 🔴
- System configuration (1152 configurations)
- Measured property (Encoding time, encoding size) 🔴

What doesn’t vary?

- Learning algorithm (Performance-Influence Model)
- Learning algorithm hyperparameters
- Configurable Software (x264) 🔴
- Version
- Hardware

Experimental setup

What does vary?

- Sampling strategy (6 strategies)
- Sample size (3 sample size)
- Encoded video (17 videos) 🔴
- System configuration (1152 configurations)
- Measured property (Encoding time, encoding size) 🔴

What doesn’t vary?

- Learning algorithm (Performance-Influence Model)
- Learning algorithm hyperparameters
- Configurable Software (x264) 🔴
- Version 🔵
- Hardware 🔵

Results

Video	Coverage-based			Solver-based			Randomized solver-based			Distance-based			Diversified distance-based			Random		
	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$
$x264_0$	18.2 %	13.9 %	13.4 %	24.0 %	27.0 %	27.5 %	22.3 %	19.9 %	24.3 %	16.5 %	12.7 %	10.6 %	16.3 %	8.8 %	**8.2 %**	16.7 %	9.2 %	8.2 %
$x264_1$	15.4 %	13.2 %	12.1 %	26.9 %	23.7 %	24.9 %	21.4 %	21.5 %	23.2 %	17.3 %	14.2 %	9.5 %	17.4 %	9.8 %	**8.7 %**	16.1 %	**9.2 %**	8.7 %
$x264_2$	29.3 %	10.3 %	9.7 %	21.4 %	19.4 %	16.4 %	19.1 %	19.6 %	19.4 %	17.4 %	11.4 %	9.8 %	17.6 %	9.6 %	9.3 %	**15.3 %**	9.5 %	9.3 %
$x264_3$	21.4 %	13.7 %	10.1 %	25.2 %	25.3 %	26.4 %	16.4 %	22.3 %	24.8 %	13.6 %	10.7 %	10.2 %	**12.8 %**	**9.8 %**	9.7 %	14.5 %	9.8 %	**9.2 %**
$x264_4$	21.8 %	12.3 %	14.4 %	23.9 %	21.2 %	22.0 %	18.3 %	21.1 %	22.5 %	14.2 %	11.7 %	9.7 %	13.9 %	10.1 %	8.9 %	13.9 %	**9.4 %**	**8.8 %**
$x264_5$	26.1 %	14.1 %	13.2 %	28.8 %	23.2 %	24.1 %	21.8 %	22.5 %	23.3 %	16.4 %	13.4 %	11.4 %	16.8 %	10.7 %	9.5 %	**15.7 %**	**10.0 %**	9.3 %
$x264_6$	25.9 %	18.1 %	8.6 %	23.6 %	28.5 %	29.1 %	18.2 %	21.6 %	24.9 %	13.7 %	9.9 %	9.0 %	13.2 %	8.8 %	7.8 %	**12.6 %**	**8.0 %**	**7.3 %**
$x264_7$	23.3 %	14.2 %	12.0 %	20.2 %	25.3 %	26.1 %	15.3 %	23.0 %	23.8 %	12.2 %	9.2 %	7.2 %	10.8 %	8.5 %	**7.2 %**	11.4 %	8.2 %	7.3 %
$x264_8$	20.8 %	13.1 %	11.5 %	20.3 %	22.7 %	23.6 %	16.7 %	23.4 %	23.4 %	12.6 %	10.4 %	9.6 %	11.1 %	9.3 %	8.3 %	12.0 %	8.7 %	**7.6 %**
$x264_9$	23.4 %	13.2 %	5.6 %	22.1 %	28.6 %	29.7 %	16.8 %	24.2 %	25.3 %	11.4 %	6.5 %	6.5 %	9.2 %	**5.8 %**	5.4 %	10.9 %	6.6 %	5.4 %
$x264_{10}$	21.9 %	12.3 %	9.3 %	22.6 %	23.2 %	24.0 %	17.9 %	22.4 %	24.3 %	14.0 %	10.2 %	9.7 %	13.5 %	9.4 %	8.9 %	14.0 %	**9.0 %**	**8.8 %**
$x264_{11}$	21.1 %	12.6 %	10.3 %	25.7 %	23.5 %	23.8 %	20.0 %	21.1 %	24.7 %	13.3 %	10.8 %	10.4 %	13.0 %	10.1 %	9.7 %	13.9 %	**9.4 %**	**9.1 %**
$x264_{12}$	25.4 %	13.4 %	10.4 %	26.2 %	21.2 %	21.6 %	19.8 %	20.6 %	20.9 %	16.2 %	13.7 %	10.9 %	16.3 %	11.4 %	9.1 %	**15.0 %**	**9.7 %**	**8.5 %**
$x264_{13}$	16.4 %	10.5 %	10.0 %	20.6 %	18.8 %	19.1 %	18.3 %	19.4 %	19.8 %	16.0 %	13.9 %	10.0 %	16.2 %	10.5 %	9.6 %	**15.5 %**	**9.7 %**	**9.0 %**
$x264_{14}$	20.7 %	16.9 %	15.8 %	34.3 %	39.5 %	40.6 %	28.5 %	29.7 %	32.4 %	18.1 %	11.1 %	9.6 %	18.4 %	7.8 %	7.3 %	17.4 %	**7.5 %**	**7.2 %**
$x264_{15}$	26.2 %	12.7 %	11.1 %	23.2 %	26.5 %	27.2 %	20.3 %	22.7 %	25.1 %	15.1 %	11.9 %	10.7 %	14.8 %	10.6 %	9.5 %	**13.9 %**	**9.1 %**	**8.9 %**
$x264_{16}$	22.9 %	12.3 %	8.4 %	22.1 %	24.5 %	25.2 %	18.0 %	22.2 %	23.6 %	13.4 %	9.4 %	8.9 %	12.6 %	8.5 %	7.8 %	12.5 %	**8.1 %**	**7.4 %**
Mean	22.4 %	13.3 %	10.9 %	24.2 %	24.8 %	25.4 %	19.4 %	22.2 %	23.9 %	14.8 %	11.3 %	9.6 %	14.3 %	9.4 %	8.5 %	**14.2 %**	**8.9 %**	**8.2 %**

Results table for encoding time

Video	Coverage-based			Solver-based			Randomized solver-based			Distance-based			Diversified distance-based			Random		
	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$
$x264_0$	18.2 %	13.9 %	13.4 %	24.0 %	27.0 %	27.5 %	22.3 %	19.9 %	24.3 %	16.5 %	12.7 %	10.6 %	16.3 %	8.8 %	**8.2 %**	16.7 %	9.2 %	8.2 %
$x264_1$	15.4 %	13.2 %	12.1 %	26.9 %	23.7 %	24.9 %	21.4 %	21.5 %	23.2 %	17.3 %	14.2 %	9.5 %	17.4 %	9.8 %	**8.7 %**	16.1 %	**9.2 %**	8.7 %
$x264_2$	29.3 %	10.3 %	9.7 %	21.4 %	19.4 %	16.4 %	19.1 %	19.6 %	19.4 %	17.4 %	11.4 %	9.8 %	17.6 %	9.6 %	9.3 %	**15.3 %**	9.5 %	9.3 %
$x264_3$	21.4 %	13.7 %	10.1 %	25.2 %	25.3 %	26.4 %	16.4 %	22.3 %	24.8 %	13.6 %	10.7 %	10.2 %	**12.8 %**	**9.8 %**	9.7 %	14.5 %	9.8 %	**9.2 %**
$x264_4$	21.8 %	12.3 %	14.4 %	23.9 %	21.2 %	22.0 %	18.3 %	21.1 %	22.5 %	14.2 %	11.7 %	9.7 %	13.9 %	10.1 %	8.9 %	13.9 %	**9.4 %**	**8.8 %**
$x264_5$	26.1 %	14.1 %	13.2 %	28.8 %	23.2 %	24.1 %	21.8 %	22.5 %	23.3 %	16.4 %	13.4 %	11.4 %	16.8 %	10.7 %	9.5 %	**15.7 %**	**10.0 %**	**9.3 %**
$x264_6$	25.9 %	18.1 %	8.6 %	23.6 %	28.5 %	29.1 %	18.2 %	21.6 %	24.9 %	13.7 %	9.9 %	9.0 %	13.2 %	8.8 %	7.8 %	**12.6 %**	**8.0 %**	**7.3 %**
$x264_7$	23.3 %	14.2 %	12.0 %	20.2 %	25.3 %	26.1 %	15.3 %	23.0 %	23.8 %	12.2 %	9.2 %	7.2 %	10.8 %	8.5 %	**7.2 %**	11.4 %	8.2 %	7.3 %
$x264_8$	20.8 %	13.1 %	11.5 %	20.3 %	22.7 %	23.6 %	16.7 %	23.4 %	23.4 %	12.6 %	10.4 %	9.6 %	11.1 %	9.3 %	8.3 %	12.0 %	8.7 %	**7.6 %**
$x264_9$	23.4 %	13.2 %	5.6 %	22.1 %	28.6 %	29.7 %	16.8 %	24.2 %	25.3 %	11.4 %	6.5 %	6.5 %	9.2 %	**5.8 %**	5.4 %	10.9 %	6.6 %	5.4 %
$x264_{10}$	21.9 %	12.3 %	9.3 %	22.6 %	23.2 %	24.0 %	17.9 %	22.4 %	24.3 %	14.0 %	10.2 %	9.7 %	13.5 %	9.4 %	8.9 %	14.0 %	**9.0 %**	**8.8 %**
$x264_{11}$	21.1 %	12.6 %	10.3 %	25.7 %	23.5 %	23.8 %	20.0 %	21.1 %	24.7 %	13.3 %	10.8 %	10.4 %	13.0 %	10.1 %	9.7 %	13.9 %	**9.4 %**	**9.1 %**
$x264_{12}$	25.4 %	13.4 %	10.4 %	26.2 %	21.2 %	21.6 %	19.8 %	20.6 %	20.9 %	16.2 %	13.7 %	10.9 %	16.3 %	11.4 %	9.1 %	**15.0 %**	**9.7 %**	**8.5 %**
$x264_{13}$	16.4 %	10.5 %	10.0 %	20.6 %	18.8 %	19.1 %	18.3 %	19.4 %	19.8 %	16.0 %	13.9 %	10.0 %	16.2 %	10.5 %	9.6 %	**15.5 %**	**9.7 %**	**9.0 %**
$x264_{14}$	20.7 %	16.9 %	15.8 %	34.3 %	39.5 %	40.6 %	28.5 %	29.7 %	32.4 %	18.1 %	11.1 %	9.6 %	18.4 %	7.8 %	7.3 %	17.4 %	**7.5 %**	**7.2 %**
$x264_{15}$	26.2 %	12.7 %	11.1 %	23.2 %	26.5 %	27.2 %	20.3 %	22.7 %	25.1 %	15.1 %	11.9 %	10.7 %	14.8 %	10.6 %	9.5 %	**13.9 %**	**9.1 %**	**8.9 %**
$x264_{16}$	22.9 %	12.3 %	8.4 %	22.1 %	24.5 %	25.2 %	18.0 %	22.2 %	23.6 %	13.4 %	9.4 %	8.9 %	12.6 %	8.5 %	7.8 %	12.5 %	**8.1 %**	**7.4 %**
Mean	22.4 %	13.3 %	10.9 %	24.2 %	24.8 %	25.4 %	19.4 %	22.2 %	23.9 %	14.8 %	11.3 %	9.6 %	14.3 %	9.4 %	8.5 %	**14.2 %**	**8.9 %**	**8.2 %**

Results table for encoding time

Video	Coverage-based			Solver-based			Randomized solver-based			Distance-based			Diversified distance-based			Random		
	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$
$x264_0$	18.2 %	13.9 %	13.4 %	24.0 %	27.0 %	27.5 %	22.3 %	19.9 %	24.3 %	16.5 %	12.7 %	10.6 %	16.3 %	8.8 %	**8.2 %**	16.7 %	9.2 %	8.2 %
$x264_1$	15.4 %	13.2 %	12.1 %	26.9 %	23.7 %	24.9 %	21.4 %	21.5 %	23.2 %	17.3 %	14.2 %	9.5 %	17.4 %	9.8 %	**8.7 %**	16.1 %	**9.2 %**	8.7 %
$x264_2$	29.3 %	10.3 %	9.7 %	21.4 %	19.4 %	16.4 %	19.1 %	19.6 %	19.4 %	17.4 %	11.4 %	9.8 %	17.6 %	9.6 %	9.3 %	**15.3 %**	9.5 %	9.3 %
$x264_3$	21.4 %	13.7 %	10.1 %	25.2 %	25.3 %	26.4 %	16.4 %	22.3 %	24.8 %	13.6 %	10.7 %	10.2 %	**12.8 %**	**9.8 %**	9.7 %	14.5 %	9.8 %	**9.2 %**
$x264_4$	21.8 %	12.3 %	14.4 %	23.9 %	21.2 %	22.0 %	18.3 %	21.1 %	22.5 %	14.2 %	11.7 %	9.7 %	13.9 %	10.1 %	8.9 %	13.9 %	**9.4 %**	**8.8 %**
$x264_5$	26.1 %	14.1 %	13.2 %	28.8 %	23.2 %	24.1 %	21.8 %	22.5 %	23.3 %	16.4 %	13.4 %	11.4 %	16.8 %	10.7 %	9.5 %	**15.7 %**	**10.0 %**	**9.3 %**
$x264_6$	25.9 %	18.1 %	8.6 %	23.6 %	28.5 %	29.1 %	18.2 %	21.6 %	24.9 %	13.7 %	9.9 %	9.0 %	13.2 %	8.8 %	7.8 %	**12.6 %**	**8.0 %**	**7.3 %**
$x264_7$	23.3 %	14.2 %	12.0 %	20.2 %	25.3 %	26.1 %	15.3 %	23.0 %	23.8 %	12.2 %	9.2 %	7.2 %	10.8 %	8.5 %	**7.2 %**	11.4 %	8.2 %	7.3 %
$x264_8$	20.8 %	13.1 %	11.5 %	20.3 %	22.7 %	23.6 %	16.7 %	23.4 %	23.4 %	12.6 %	10.4 %	9.6 %	11.1 %	9.3 %	8.3 %	12.0 %	8.7 %	**7.6 %**
$x264_9$	23.4 %	13.2 %	5.6 %	22.1 %	28.6 %	29.7 %	16.8 %	24.2 %	25.3 %	11.4 %	6.5 %	6.5 %	9.2 %	**5.8 %**	5.4 %	10.9 %	6.6 %	**5.4 %**
$x264_{10}$	21.9 %	12.3 %	9.3 %	22.6 %	23.2 %	24.0 %	17.9 %	22.4 %	24.3 %	14.0 %	10.2 %	9.7 %	13.5 %	9.4 %	8.9 %	14.0 %	**9.0 %**	**8.8 %**
$x264_{11}$	21.1 %	12.6 %	10.3 %	25.7 %	23.5 %	23.8 %	20.0 %	21.1 %	24.7 %	13.3 %	10.8 %	10.4 %	13.0 %	10.1 %	9.7 %	13.9 %	**9.4 %**	**9.1 %**
$x264_{12}$	25.4 %	13.4 %	10.4 %	26.2 %	21.2 %	21.6 %	19.8 %	20.6 %	20.9 %	16.2 %	13.7 %	10.9 %	16.3 %	11.4 %	9.1 %	**15.0 %**	**9.7 %**	**8.5 %**
$x264_{13}$	16.4 %	10.5 %	10.0 %	20.6 %	18.8 %	19.1 %	18.3 %	19.4 %	19.8 %	16.0 %	13.9 %	10.0 %	16.2 %	10.5 %	9.6 %	**15.5 %**	**9.7 %**	**9.0 %**
$x264_{14}$	20.7 %	16.9 %	15.8 %	34.3 %	39.5 %	40.6 %	28.5 %	29.7 %	32.4 %	18.1 %	11.1 %	9.6 %	18.4 %	7.8 %	7.3 %	17.4 %	**7.5 %**	**7.2 %**
$x264_{15}$	26.2 %	12.7 %	11.1 %	23.2 %	26.5 %	27.2 %	20.3 %	22.7 %	25.1 %	15.1 %	11.9 %	10.7 %	14.8 %	10.6 %	9.5 %	**13.9 %**	**9.1 %**	**8.9 %**
$x264_{16}$	22.9 %	12.3 %	8.4 %	22.1 %	24.5 %	25.2 %	18.0 %	22.2 %	23.6 %	13.4 %	9.4 %	8.9 %	12.6 %	8.5 %	7.8 %	12.5 %	**8.1 %**	**7.4 %**
Mean	22.4 %	13.3 %	10.9 %	24.2 %	24.8 %	25.4 %	19.4 %	22.2 %	23.9 %	14.8 %	11.3 %	9.6 %	14.3 %	9.4 %	8.5 %	**14.2 %**	**8.9 %**	**8.2 %**

Results table for encoding time

Video	Coverage-based			Solver-based			Randomized solver-based			Distance-based			Diversified distance-based			Random		
	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$
$x264_0$	18.2 %	13.9 %	13.4 %	24.0 %	27.0 %	27.5 %	22.3 %	19.9 %	24.3 %	16.5 %	12.7 %	10.6 %	16.3 %	8.8 %	**8.2 %**	16.7 %	9.2 %	8.2 %
$x264_1$	15.4 %	13.2 %	12.1 %	26.9 %	23.7 %	24.9 %	21.4 %	21.5 %	23.2 %	17.3 %	14.2 %	9.5 %	17.4 %	9.8 %	**8.7 %**	16.1 %	**9.2 %**	8.7 %
$x264_2$	29.3 %	10.3 %	9.7 %	21.4 %	19.4 %	16.4 %	19.1 %	19.6 %	19.4 %	17.4 %	11.4 %	9.8 %	17.6 %	9.6 %	9.3 %	**15.3 %**	9.5 %	9.3 %
$x264_3$	21.4 %	13.7 %	10.1 %	25.2 %	25.3 %	26.4 %	16.4 %	22.3 %	24.8 %	13.6 %	10.7 %	10.2 %	**12.8 %**	**9.8 %**	9.7 %	14.5 %	9.8 %	**9.2 %**
$x264_4$	21.8 %	12.3 %	14.4 %	23.9 %	21.2 %	22.0 %	18.3 %	21.1 %	22.5 %	14.2 %	11.7 %	9.7 %	13.9 %	10.1 %	8.9 %	13.9 %	**9.4 %**	**8.8 %**
$x264_5$	26.1 %	14.1 %	13.2 %	28.8 %	23.2 %	24.1 %	21.8 %	22.5 %	23.3 %	16.4 %	13.4 %	11.4 %	16.8 %	10.7 %	9.5 %	**15.7 %**	**10.0 %**	**9.3 %**
$x264_6$	25.9 %	18.1 %	8.6 %	23.6 %	28.5 %	29.1 %	18.2 %	21.6 %	24.9 %	13.7 %	9.9 %	9.0 %	13.2 %	8.8 %	7.8 %	**12.6 %**	**8.0 %**	**7.3 %**
$x264_7$	23.3 %	14.2 %	12.0 %	20.2 %	25.3 %	26.1 %	15.3 %	23.0 %	23.8 %	12.2 %	9.2 %	7.2 %	10.8 %	8.5 %	**7.2 %**	11.4 %	8.2 %	7.3 %
$x264_8$	20.8 %	13.1 %	11.5 %	20.3 %	22.7 %	23.6 %	16.7 %	23.4 %	23.4 %	12.6 %	10.4 %	9.6 %	11.1 %	9.3 %	8.3 %	12.0 %	8.7 %	**7.6 %**
$x264_9$	23.4 %	13.2 %	5.6 %	22.1 %	28.6 %	29.7 %	16.8 %	24.2 %	25.3 %	11.4 %	6.5 %	6.5 %	9.2 %	**5.8 %**	5.4 %	10.9 %	6.6 %	**5.4 %**
$x264_{10}$	21.9 %	12.3 %	9.3 %	22.6 %	23.2 %	24.0 %	17.9 %	22.4 %	24.3 %	14.0 %	10.2 %	9.7 %	13.5 %	9.4 %	8.9 %	14.0 %	**9.0 %**	**8.8 %**
$x264_{11}$	21.1 %	12.6 %	10.3 %	25.7 %	23.5 %	23.8 %	20.0 %	21.1 %	24.7 %	13.3 %	10.8 %	10.4 %	13.0 %	10.1 %	9.7 %	13.9 %	**9.4 %**	**9.1 %**
$x264_{12}$	25.4 %	13.4 %	10.4 %	26.2 %	21.2 %	21.6 %	19.8 %	20.6 %	20.9 %	16.2 %	13.7 %	10.9 %	16.3 %	11.4 %	9.1 %	**15.0 %**	**9.7 %**	**8.5 %**
$x264_{13}$	16.4 %	10.5 %	10.0 %	20.6 %	18.8 %	19.1 %	18.3 %	19.4 %	19.8 %	16.0 %	13.9 %	10.0 %	16.2 %	10.5 %	9.6 %	**15.5 %**	**9.7 %**	**9.0 %**
$x264_{14}$	20.7 %	16.9 %	15.8 %	34.3 %	39.5 %	40.6 %	28.5 %	29.7 %	32.4 %	18.1 %	11.1 %	9.6 %	18.4 %	7.8 %	7.3 %	17.4 %	**7.5 %**	**7.2 %**
$x264_{15}$	26.2 %	12.7 %	11.1 %	23.2 %	26.5 %	27.2 %	20.3 %	22.7 %	25.1 %	15.1 %	11.9 %	10.7 %	14.8 %	10.6 %	9.5 %	**13.9 %**	**9.1 %**	**8.9 %**
$x264_{16}$	22.9 %	12.3 %	8.4 %	22.1 %	24.5 %	25.2 %	18.0 %	22.2 %	23.6 %	13.4 %	9.4 %	8.9 %	12.6 %	8.5 %	7.8 %	12.5 %	**8.1 %**	**7.4 %**
Mean	22.4 %	13.3 %	10.9 %	24.2 %	24.8 %	25.4 %	19.4 %	22.2 %	23.9 %	14.8 %	11.3 %	9.6 %	14.3 %	9.4 %	8.5 %	**14.2 %**	**8.9 %**	**8.2 %**

Results table for encoding time

Video	Coverage-based			Solver-based			Randomized solver-based			Distance-based			Diversified distance-based			Random		
	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$
$x264_0$	18.2 %	13.9 %	13.4 %	24.0 %	27.0 %	27.5 %	22.3 %	19.9 %	24.3 %	16.5 %	12.7 %	10.6 %	16.3 %	8.8 %	**8.2 %**	16.7 %	9.2 %	8.2 %
$x264_1$	15.4 %	13.2 %	12.1 %	26.9 %	23.7 %	24.9 %	21.4 %	21.5 %	23.2 %	17.3 %	14.2 %	9.5 %	17.4 %	9.8 %	**8.7 %**	16.1 %	**9.2 %**	8.7 %
$x264_2$	29.3 %	10.3 %	9.7 %	21.4 %	19.4 %	16.4 %	19.1 %	19.6 %	19.4 %	17.4 %	11.4 %	9.8 %	17.6 %	9.6 %	9.3 %	15.3 %	9.5 %	9.3 %
$x264_3$	21.4 %	13.7 %	10.1 %	25.2 %	25.3 %	26.4 %	16.4 %	22.3 %	24.8 %	13.6 %	10.7 %	10.2 %	12.8 %	**9.8 %**	9.7 %	14.5 %	9.8 %	**9.2 %**
$x264_4$	21.8 %	12.3 %	14.4 %	23.9 %	21.2 %	22.0 %	18.3 %	21.1 %	22.5 %	14.2 %	11.7 %	9.7 %	13.9 %	10.1 %	8.9 %	13.9 %	**9.4 %**	**8.8 %**
$x264_5$	26.1 %	14.1 %	13.2 %	28.8 %	23.2 %	24.1 %	21.8 %	22.5 %	23.3 %	16.4 %	13.4 %	11.4 %	16.8 %	10.7 %	9.5 %	15.7 %	**10.0 %**	**9.3 %**
$x264_6$	25.9 %	18.1 %	8.6 %	23.6 %	28.5 %	29.1 %	18.2 %	21.6 %	24.9 %	13.7 %	9.9 %	9.0 %	13.2 %	8.8 %	7.8 %	12.6 %	**8.0 %**	**7.3 %**
$x264_7$	23.3 %	14.2 %	12.0 %	20.2 %	25.3 %	26.1 %	15.3 %	23.0 %	23.8 %	12.2 %	9.2 %	7.2 %	10.8 %	8.5 %	**7.2 %**	11.4 %	8.2 %	7.3 %
$x264_8$	20.8 %	13.1 %	11.5 %	20.3 %	22.7 %	23.6 %	16.7 %	23.4 %	23.4 %	12.6 %	10.4 %	9.6 %	11.1 %	9.3 %	8.3 %	12.0 %	8.7 %	**7.6 %**
$x264_9$	23.4 %	13.2 %	5.6 %	22.1 %	28.6 %	29.7 %	16.8 %	24.2 %	25.3 %	11.4 %	6.5 %	6.5 %	9.2 %	**5.8 %**	5.4 %	10.9 %	6.6 %	**5.4 %**
$x264_{10}$	21.9 %	12.3 %	9.3 %	22.6 %	23.2 %	24.0 %	17.9 %	22.4 %	24.3 %	14.0 %	10.2 %	9.7 %	13.5 %	9.4 %	8.9 %	14.0 %	**9.0 %**	**8.8 %**
$x264_{11}$	21.1 %	12.6 %	10.3 %	25.7 %	23.5 %	23.8 %	20.0 %	21.1 %	24.7 %	13.3 %	10.8 %	10.4 %	13.0 %	10.1 %	9.7 %	13.9 %	**9.4 %**	**9.1 %**
$x264_{12}$	25.4 %	13.4 %	10.4 %	26.2 %	21.2 %	21.6 %	19.8 %	20.6 %	20.9 %	16.2 %	13.7 %	10.9 %	16.3 %	11.4 %	9.1 %	15.0 %	**9.7 %**	**8.5 %**
$x264_{13}$	16.4 %	10.5 %	10.0 %	20.6 %	18.8 %	19.1 %	18.3 %	19.4 %	19.8 %	16.0 %	13.9 %	10.0 %	16.2 %	10.5 %	9.6 %	15.5 %	**9.7 %**	**9.0 %**
$x264_{14}$	20.7 %	16.9 %	15.8 %	34.3 %	39.5 %	40.6 %	28.5 %	29.7 %	32.4 %	18.1 %	11.1 %	9.6 %	18.4 %	7.8 %	7.3 %	17.4 %	**7.5 %**	**7.2 %**
$x264_{15}$	26.2 %	12.7 %	11.1 %	23.2 %	26.5 %	27.2 %	20.3 %	22.7 %	25.1 %	15.1 %	11.9 %	10.7 %	14.8 %	10.6 %	9.5 %	13.9 %	**9.1 %**	**8.9 %**
$x264_{16}$	22.9 %	12.3 %	8.4 %	22.1 %	24.5 %	25.2 %	18.0 %	22.2 %	23.6 %	13.4 %	9.4 %	8.9 %	12.6 %	8.5 %	7.8 %	12.5 %	**8.1 %**	**7.4 %**
Mean	22.4 %	13.3 %	10.9 %	24.2 %	24.8 %	25.4 %	19.4 %	22.2 %	23.9 %	14.8 %	11.3 %	9.6 %	14.3 %	9.4 %	8.5 %	14.2 %	**8.9 %**	**8.2 %**

Results table for encoding time

Video	Coverage-based			Solver-based			Randomized solver-based			Distance-based			Diversified distance-based			Random		
	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$
$x264_0$	18.2 %	13.9 %	13.4 %	24.0 %	27.0 %	27.5 %	22.3 %	19.9 %	24.3 %	16.5 %	12.7 %	10.6 %	16.3 %	8.8 %	**8.2 %**	16.7 %	9.2 %	8.2 %
$x264_1$	15.4 %	13.2 %	12.1 %	26.9 %	23.7 %	24.9 %	21.4 %	21.5 %	23.2 %	17.3 %	14.2 %	9.5 %	17.4 %	9.8 %	**8.7 %**	16.1 %	**9.2 %**	8.7 %
$x264_2$	29.3 %	10.3 %	9.7 %	21.4 %	19.4 %	16.4 %	19.1 %	19.6 %	19.4 %	17.4 %	11.4 %	9.8 %	17.6 %	9.6 %	9.3 %	**15.3 %**	9.5 %	9.3 %
$x264_3$	21.4 %	13.7 %	10.1 %	25.2 %	25.3 %	26.4 %	16.4 %	22.3 %	24.8 %	13.6 %	10.7 %	10.2 %	**12.8 %**	**9.8 %**	9.7 %	14.5 %	9.8 %	**9.2 %**
$x264_4$	21.8 %	12.3 %	14.4 %	23.9 %	21.2 %	22.0 %	18.3 %	21.1 %	22.5 %	14.2 %	11.7 %	9.7 %	13.9 %	10.1 %	8.9 %	13.9 %	**9.4 %**	**8.8 %**
$x264_5$	26.1 %	14.1 %	13.2 %	28.8 %	23.2 %	24.1 %	21.8 %	22.5 %	23.3 %	16.4 %	13.4 %	11.4 %	16.8 %	10.7 %	9.5 %	**15.7 %**	**10.0 %**	**9.3 %**
$x264_6$	25.9 %	18.1 %	8.6 %	23.6 %	28.5 %	29.1 %	18.2 %	21.6 %	24.9 %	13.7 %	9.9 %	9.0 %	13.2 %	8.8 %	7.8 %	**12.6 %**	**8.0 %**	**7.3 %**
$x264_7$	23.3 %	14.2 %	12.0 %	20.2 %	25.3 %	26.1 %	15.3 %	23.0 %	23.8 %	12.2 %	9.2 %	7.2 %	10.8 %	8.5 %	**7.2 %**	11.4 %	**8.2 %**	7.3 %
$x264_8$	20.8 %	13.1 %	11.5 %	20.3 %	22.7 %	23.6 %	16.7 %	23.4 %	23.4 %	12.6 %	10.4 %	9.6 %	11.1 %	9.3 %	8.3 %	12.0 %	**8.7 %**	**7.6 %**
$x264_9$	23.4 %	13.2 %	5.6 %	22.1 %	28.6 %	29.7 %	16.8 %	24.2 %	25.3 %	11.4 %	6.5 %	6.5 %	9.2 %	**5.8 %**	5.4 %	10.9 %	6.6 %	**5.4 %**
$x264_{10}$	21.9 %	12.3 %	9.3 %	22.6 %	23.2 %	24.0 %	17.9 %	22.4 %	24.3 %	14.0 %	10.2 %	9.7 %	13.5 %	9.4 %	8.9 %	14.0 %	**9.0 %**	**8.8 %**
$x264_{11}$	21.1 %	12.6 %	10.3 %	25.7 %	23.5 %	23.8 %	20.0 %	21.1 %	24.7 %	13.3 %	10.8 %	10.4 %	13.0 %	10.1 %	9.7 %	13.9 %	**9.4 %**	**9.1 %**
$x264_{12}$	25.4 %	13.4 %	10.4 %	26.2 %	21.2 %	21.6 %	19.8 %	20.6 %	20.9 %	16.2 %	13.7 %	10.9 %	16.3 %	11.4 %	9.1 %	**15.0 %**	**9.7 %**	**8.5 %**
$x264_{13}$	16.4 %	10.5 %	10.0 %	20.6 %	18.8 %	19.1 %	18.3 %	19.4 %	19.8 %	16.0 %	13.9 %	10.0 %	16.2 %	10.5 %	9.6 %	**15.5 %**	**9.7 %**	**9.0 %**
$x264_{14}$	20.7 %	16.9 %	15.8 %	34.3 %	39.5 %	40.6 %	28.5 %	29.7 %	32.4 %	18.1 %	11.1 %	9.6 %	18.4 %	7.8 %	7.3 %	17.4 %	**7.5 %**	7.2 %
$x264_{15}$	26.2 %	12.7 %	11.1 %	23.2 %	26.5 %	27.2 %	20.3 %	22.7 %	25.1 %	15.1 %	11.9 %	10.7 %	14.8 %	10.6 %	9.5 %	**13.9 %**	**9.1 %**	**8.9 %**
$x264_{16}$	22.9 %	12.3 %	8.4 %	22.1 %	24.5 %	25.2 %	18.0 %	22.2 %	23.6 %	13.4 %	9.4 %	8.9 %	12.6 %	8.5 %	7.8 %	12.5 %	**8.1 %**	7.4 %
Mean	22.4 %	13.3 %	10.9 %	24.2 %	24.8 %	25.4 %	19.4 %	22.2 %	23.9 %	14.8 %	11.3 %	9.6 %	14.3 %	9.4 %	8.5 %	**14.2 %**	**8.9 %**	**8.2 %**

Results table for encoding time

Video	Coverage-based			Solver-based			Randomized solver-based			Distance-based			Diversified distance-based			Random		
	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$
$x264_0$	18.2 %	13.9 %	13.4 %	24.0 %	27.0 %	27.5 %	22.3 %	19.9 %	24.3 %	16.5 %	12.7 %	10.6 %	16.3 %	8.8 %	**8.2 %**	16.7 %	9.2 %	8.2 %
$x264_1$	15.4 %	13.2 %	12.1 %	26.9 %	23.7 %	24.9 %	21.4 %	21.5 %	23.2 %	17.3 %	14.2 %	9.5 %	17.4 %	9.8 %	**8.7 %**	16.1 %	**9.2 %**	8.7 %
$x264_2$	29.3 %	10.3 %	9.7 %	21.4 %	19.4 %	16.4 %	19.1 %	19.6 %	19.4 %	17.4 %	11.4 %	9.8 %	17.6 %	9.6 %	9.3 %	**15.3 %**	9.5 %	9.3 %
$x264_3$	21.4 %	13.7 %	10.1 %	25.2 %	25.3 %	26.4 %	16.4 %	22.3 %	24.8 %	13.6 %	10.7 %	10.2 %	**12.8 %**	**9.8 %**	9.7 %	14.5 %	9.8 %	**9.2 %**
$x264_4$	21.8 %	12.3 %	14.4 %	23.9 %	21.2 %	22.0 %	18.3 %	21.1 %	22.5 %	14.2 %	11.7 %	9.7 %	13.9 %	10.1 %	8.9 %	13.9 %	**9.4 %**	**8.8 %**
$x264_5$	26.1 %	14.1 %	13.2 %	28.8 %	23.2 %	24.1 %	21.8 %	22.5 %	23.3 %	16.4 %	13.4 %	11.4 %	16.8 %	10.7 %	9.5 %	**15.7 %**	**10.0 %**	**9.3 %**
$x264_6$	25.9 %	18.1 %	8.6 %	23.6 %	28.5 %	29.1 %	18.2 %	21.6 %	24.9 %	13.7 %	9.9 %	9.0 %	13.2 %	8.8 %	7.8 %	**12.6 %**	**8.0 %**	**7.3 %**
$x264_7$	23.3 %	14.2 %	12.0 %	20.2 %	25.3 %	26.1 %	15.3 %	23.0 %	23.8 %	12.2 %	9.2 %	7.2 %	10.8 %	8.5 %	**7.2 %**	11.4 %	8.2 %	7.3 %
$x264_8$	20.8 %	13.1 %	11.5 %	20.3 %	22.7 %	23.6 %	16.7 %	23.4 %	23.4 %	12.6 %	10.4 %	9.6 %	11.1 %	9.3 %	8.3 %	12.0 %	8.7 %	**7.6 %**
$x264_9$	23.4 %	13.2 %	5.6 %	22.1 %	28.6 %	29.7 %	16.8 %	24.2 %	25.3 %	11.4 %	6.5 %	6.5 %	9.2 %	**5.8 %**	5.4 %	10.9 %	6.6 %	**5.4 %**
$x264_{10}$	21.9 %	12.3 %	9.3 %	22.6 %	23.2 %	24.0 %	17.9 %	22.4 %	24.3 %	14.0 %	10.2 %	9.7 %	13.5 %	9.4 %	8.9 %	14.0 %	**9.0 %**	**8.8 %**
$x264_{11}$	21.1 %	12.6 %	10.3 %	25.7 %	23.5 %	23.8 %	20.0 %	21.1 %	24.7 %	13.3 %	10.8 %	10.4 %	13.0 %	10.1 %	9.7 %	13.9 %	**9.4 %**	**9.1 %**
$x264_{12}$	25.4 %	13.4 %	10.4 %	26.2 %	21.2 %	21.6 %	19.8 %	20.6 %	20.9 %	16.2 %	13.7 %	10.9 %	16.3 %	11.4 %	9.1 %	**15.0 %**	**9.7 %**	**8.5 %**
$x264_{13}$	16.4 %	10.5 %	10.0 %	20.6 %	18.8 %	19.1 %	18.3 %	19.4 %	19.8 %	16.0 %	13.9 %	10.0 %	16.2 %	10.5 %	9.6 %	**15.5 %**	**9.7 %**	**9.0 %**
$x264_{14}$	20.7 %	16.9 %	15.8 %	34.3 %	39.5 %	40.6 %	28.5 %	29.7 %	32.4 %	18.1 %	11.1 %	9.6 %	18.4 %	7.8 %	7.3 %	17.4 %	**7.5 %**	**7.2 %**
$x264_{15}$	26.2 %	12.7 %	11.1 %	23.2 %	26.5 %	27.2 %	20.3 %	22.7 %	25.1 %	15.1 %	11.9 %	10.7 %	14.8 %	10.6 %	9.5 %	**13.9 %**	**9.1 %**	**8.9 %**
$x264_{16}$	22.9 %	12.3 %	8.4 %	22.1 %	24.5 %	25.2 %	18.0 %	22.2 %	23.6 %	13.4 %	9.4 %	8.9 %	12.6 %	8.5 %	7.8 %	12.5 %	**8.1 %**	**7.4 %**
Mean	22.4 %	13.3 %	10.9 %	24.2 %	24.8 %	25.4 %	19.4 %	22.2 %	23.9 %	14.8 %	11.3 %	9.6 %	14.3 %	9.4 %	8.5 %	**14.2 %**	**8.9 %**	**8.2 %**

Results table for encoding time

Video	Coverage-based			Solver-based			Randomized solver-based			Distance-based			Diversified distance-based			Random		
	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$
$x264_0$	**12.3 %**	11.6 %	11.1 %	12.3 %	11.4 %	11.3 %	25.1 %	12.7 %	13.3 %	25.3 %	12.5 %	10.6 %	23.3 %	10.6 %	9.2 %	13.1 %	**9.8 %**	**9.1 %**
$x264_1$	4.0 %	3.9 %	3.8 %	3.1 %	3.8 %	3.8 %	**1.7 %**	**3.8 %**	**3.8 %**	4.0 %	4.0 %	3.8 %	3.9 %	3.8 %	3.8 %	3.9 %	3.8 %	3.8 %
$x264_2$	14.9 %	14.3 %	4.8 %	**5.1 %**	4.7 %	4.7 %	15.9 %	4.7 %	**4.6 %**	14.3 %	14.0 %	10.2 %	13.8 %	12.0 %	4.7 %	7.6 %	**4.7 %**	4.6 %
$x264_3$	8.6 %	8.3 %	7.8 %	8.1 %	**7.3 %**	7.4 %	11.2 %	7.6 %	7.4 %	9.9 %	9.3 %	8.0 %	9.6 %	8.3 %	7.5 %	7.7 %	7.4 %	**7.3 %**
$x264_4$	18.4 %	16.7 %	**6.6 %**	**4.5 %**	6.8 %	6.8 %	14.1 %	**6.7 %**	6.7 %	17.5 %	16.7 %	7.0 %	16.9 %	6.9 %	6.9 %	7.8 %	6.9 %	6.9 %
$x264_5$	11.3 %	11.0 %	10.8 %	**4.9 %**	6.6 %	5.7 %	12.3 %	9.4 %	**4.8 %**	11.8 %	11.5 %	10.9 %	11.6 %	10.6 %	10.0 %	9.4 %	6.4 %	5.2 %
$x264_6$	24.6 %	**5.3 %**	**5.2 %**	**5.4 %**	5.4 %	5.3 %	25.6 %	5.3 %	5.3 %	17.6 %	16.8 %	5.5 %	16.1 %	5.4 %	5.4 %	6.3 %	5.3 %	5.3 %
$x264_7$	9.4 %	9.0 %	8.7 %	**8.1 %**	8.4 %	8.3 %	8.4 %	**8.2 %**	**8.2 %**	9.4 %	9.4 %	8.9 %	9.3 %	8.6 %	8.5 %	9.1 %	8.4 %	8.3 %
$x264_8$	10.4 %	9.7 %	8.9 %	8.7 %	8.0 %	8.1 %	11.2 %	**7.6 %**	**8.0 %**	12.4 %	12.0 %	9.5 %	12.0 %	9.9 %	8.5 %	**8.5 %**	8.3 %	8.2 %
$x264_9$	11.6 %	10.5 %	9.5 %	7.6 %	8.6 %	8.5 %	**6.9 %**	**8.4 %**	**8.4 %**	11.3 %	11.6 %	9.6 %	10.8 %	9.7 %	8.7 %	8.8 %	8.5 %	8.4 %
$x264_{10}$	5.2 %	5.2 %	4.9 %	5.2 %	5.0 %	4.8 %	5.0 %	4.6 %	4.6 %	6.0 %	5.8 %	5.0 %	5.7 %	5.1 %	4.7 %	**4.9 %**	4.6 %	4.6 %
$x264_{11}$	12.4 %	11.8 %	11.1 %	11.1 %	10.8 %	11.0 %	**8.8 %**	9.9 %	11.4 %	12.8 %	11.8 %	9.0 %	12.0 %	10.2 %	**8.6 %**	10.9 %	**9.4 %**	8.8 %
$x264_{12}$	25.7 %	3.6 %	3.6 %	5.3 %	3.5 %	3.6 %	28.9 %	3.6 %	3.5 %	16.5 %	14.6 %	3.5 %	15.4 %	3.5 %	3.4 %	**4.8 %**	**3.5 %**	**3.4 %**
$x264_{13}$	4.7 %	4.7 %	4.6 %	**4.5 %**	4.7 %	4.7 %	5.4 %	4.8 %	4.7 %	5.1 %	5.0 %	4.8 %	5.0 %	4.7 %	4.7 %	5.0 %	**4.7 %**	**4.6 %**
$x264_{14}$	10.2 %	9.6 %	9.4 %	5.1 %	**7.4 %**	**8.8 %**	**3.6 %**	9.6 %	9.5 %	10.6 %	10.6 %	10.0 %	9.8 %	9.6 %	9.6 %	9.3 %	9.0 %	9.5 %
$x264_{15}$	**4.1 %**	**4.0 %**	**4.0 %**	7.5 %	4.5 %	4.3 %	40.9 %	4.3 %	4.2 %	21.7 %	8.3 %	4.1 %	19.1 %	4.1 %	4.1 %	5.4 %	4.2 %	4.1 %
$x264_{16}$	8.3 %	8.1 %	7.9 %	**7.7 %**	7.8 %	7.6 %	9.2 %	7.7 %	7.6 %	8.8 %	8.7 %	8.2 %	8.7 %	7.9 %	7.7 %	8.3 %	**7.7 %**	**7.6 %**
Mean	11.5 %	8.7 %	7.2 %	**6.7 %**	6.8 %	6.7 %	13.8 %	7.0 %	6.8 %	12.6 %	10.7 %	7.6 %	12.0 %	7.7 %	6.8 %	7.7 %	6.6 %	**6.5 %**

Results table for encoding size

Video	Coverage-based			Solver-based			Randomized solver-based			Distance-based			Diversified distance-based			Random		
	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$
$x264_0$	**12.3 %**	11.6 %	11.1 %	12.3 %	11.4 %	11.3 %	25.1 %	12.7 %	13.3 %	25.3 %	12.5 %	10.6 %	23.3 %	10.6 %	9.2 %	13.1 %	**9.8 %**	**9.1 %**
$x264_1$	4.0 %	3.9 %	3.8 %	3.1 %	3.8 %	3.8 %	**1.7 %**	**3.8 %**	**3.8 %**	4.0 %	4.0 %	3.8 %	3.9 %	3.8 %	3.8 %	3.9 %	3.8 %	3.8 %
$x264_2$	14.9 %	14.3 %	4.8 %	**5.1 %**	4.7 %	4.7 %	15.9 %	4.7 %	**4.6 %**	14.3 %	14.0 %	10.2 %	13.8 %	12.0 %	4.7 %	7.6 %	**4.7 %**	4.6 %
$x264_3$	8.6 %	8.3 %	7.8 %	8.1 %	**7.3 %**	7.4 %	11.2 %	7.6 %	7.4 %	9.9 %	9.3 %	8.0 %	9.6 %	8.3 %	7.5 %	7.7 %	7.4 %	**7.3 %**
$x264_4$	18.4 %	16.7 %	**6.6 %**	**4.5 %**	6.8 %	6.8 %	14.1 %	**6.7 %**	6.7 %	17.5 %	16.7 %	7.0 %	16.9 %	6.9 %	6.9 %	7.8 %	6.9 %	6.9 %
$x264_5$	11.3 %	11.0 %	10.8 %	**4.9 %**	6.6 %	5.7 %	12.3 %	9.4 %	**4.8 %**	11.8 %	11.5 %	10.9 %	11.6 %	10.6 %	10.0 %	9.4 %	6.4 %	5.2 %
$x264_6$	24.6 %	**5.3 %**	**5.2 %**	**5.4 %**	5.4 %	5.3 %	25.6 %	5.3 %	5.3 %	17.6 %	16.8 %	5.5 %	16.1 %	5.4 %	5.4 %	6.3 %	5.3 %	5.3 %
$x264_7$	9.4 %	9.0 %	8.7 %	**8.1 %**	8.4 %	8.3 %	8.4 %	**8.2 %**	**8.2 %**	9.4 %	9.4 %	8.9 %	9.3 %	8.6 %	8.5 %	9.1 %	8.4 %	8.3 %
$x264_8$	10.4 %	9.7 %	8.9 %	8.7 %	8.0 %	8.1 %	11.2 %	**7.6 %**	**8.0 %**	12.4 %	12.0 %	9.5 %	12.0 %	9.9 %	8.5 %	**8.5 %**	8.3 %	8.2 %
$x264_9$	11.6 %	10.5 %	9.5 %	7.6 %	8.6 %	8.5 %	**6.9 %**	**8.4 %**	**8.4 %**	11.3 %	11.6 %	9.6 %	10.8 %	9.7 %	8.7 %	8.8 %	8.5 %	8.4 %
$x264_{10}$	5.2 %	5.2 %	4.9 %	5.2 %	5.0 %	4.8 %	5.0 %	4.6 %	4.6 %	6.0 %	5.8 %	5.0 %	5.7 %	5.1 %	4.7 %	**4.9 %**	4.6 %	4.6 %
$x264_{11}$	12.4 %	11.8 %	11.1 %	11.1 %	10.8 %	11.0 %	**8.8 %**	9.9 %	11.4 %	12.8 %	11.8 %	9.0 %	12.0 %	10.2 %	**8.6 %**	10.9 %	**9.4 %**	8.8 %
$x264_{12}$	25.7 %	3.6 %	3.6 %	5.3 %	3.5 %	3.6 %	28.9 %	3.6 %	3.5 %	16.5 %	14.6 %	3.5 %	15.4 %	3.5 %	3.4 %	**4.8 %**	**3.5 %**	**3.4 %**
$x264_{13}$	4.7 %	4.7 %	4.6 %	**4.5 %**	4.7 %	4.7 %	5.4 %	4.8 %	4.7 %	5.1 %	5.0 %	4.8 %	5.0 %	4.7 %	4.7 %	5.0 %	**4.7 %**	**4.6 %**
$x264_{14}$	10.2 %	9.6 %	9.4 %	5.1 %	**7.4 %**	**8.8 %**	**3.6 %**	9.6 %	9.5 %	10.6 %	10.6 %	10.0 %	9.8 %	9.6 %	9.6 %	9.3 %	9.0 %	9.5 %
$x264_{15}$	**4.1 %**	**4.0 %**	**4.0 %**	7.5 %	4.5 %	4.3 %	40.9 %	4.3 %	4.2 %	21.7 %	8.3 %	4.1 %	19.1 %	4.1 %	4.1 %	5.4 %	4.2 %	4.1 %
$x264_{16}$	8.3 %	8.1 %	7.9 %	**7.7 %**	7.8 %	7.6 %	9.2 %	7.7 %	7.6 %	8.8 %	8.7 %	8.2 %	8.7 %	7.9 %	7.7 %	8.3 %	**7.7 %**	**7.6 %**
Mean	11.5 %	8.7 %	7.2 %	**6.7 %**	6.8 %	6.7 %	13.8 %	7.0 %	6.8 %	12.6 %	10.7 %	7.6 %	12.0 %	7.7 %	6.8 %	7.7 %	6.6 %	**6.5 %**

Results table for encoding size

Video	Coverage-based			Solver-based			Randomized solver-based			Distance-based			Diversified distance-based			Random		
	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$
$x264_0$	**12.3 %**	11.6 %	11.1 %	12.3 %	11.4 %	11.3 %	25.1 %	12.7 %	13.3 %	25.3 %	12.5 %	10.6 %	23.3 %	10.6 %	9.2 %	13.1 %	**9.8 %**	**9.1 %**
$x264_1$	4.0 %	3.9 %	3.8 %	3.1 %	3.8 %	3.8 %	**1.7 %**	**3.8 %**	**3.8 %**	4.0 %	4.0 %	3.8 %	3.9 %	3.8 %	3.8 %	3.9 %	3.8 %	3.8 %
$x264_2$	14.9 %	14.3 %	4.8 %	**5.1 %**	4.7 %	4.7 %	15.9 %	4.7 %	**4.6 %**	14.3 %	14.0 %	10.2 %	13.8 %	12.0 %	4.7 %	7.6 %	**4.7 %**	4.6 %
$x264_3$	8.6 %	8.3 %	7.8 %	8.1 %	**7.3 %**	7.4 %	11.2 %	7.6 %	7.4 %	9.9 %	9.3 %	8.0 %	9.6 %	8.3 %	7.5 %	**7.7 %**	7.4 %	**7.3 %**
$x264_4$	18.4 %	16.7 %	**6.6 %**	**4.5 %**	6.8 %	6.8 %	14.1 %	**6.7 %**	6.7 %	17.5 %	16.7 %	7.0 %	16.9 %	6.9 %	6.9 %	7.8 %	6.9 %	6.9 %
$x264_5$	11.3 %	11.0 %	10.8 %	**4.9 %**	6.6 %	5.7 %	12.3 %	9.4 %	**4.8 %**	11.8 %	11.5 %	10.9 %	11.6 %	10.6 %	10.0 %	9.4 %	6.4 %	5.2 %
$x264_6$	24.6 %	**5.3 %**	**5.2 %**	**5.4 %**	5.4 %	5.3 %	25.6 %	5.3 %	5.3 %	17.6 %	16.8 %	5.5 %	16.1 %	5.4 %	5.4 %	6.3 %	5.3 %	5.3 %
$x264_7$	9.4 %	9.0 %	8.7 %	**8.1 %**	8.4 %	8.3 %	8.4 %	**8.2 %**	**8.2 %**	9.4 %	9.4 %	8.9 %	9.3 %	8.6 %	8.5 %	9.1 %	8.4 %	8.3 %
$x264_8$	10.4 %	9.7 %	8.9 %	8.7 %	8.0 %	8.1 %	11.2 %	**7.6 %**	**8.0 %**	12.4 %	12.0 %	9.5 %	12.0 %	9.9 %	8.5 %	**8.5 %**	8.3 %	8.2 %
$x264_9$	11.6 %	10.5 %	9.5 %	7.6 %	8.6 %	8.5 %	**6.9 %**	**8.4 %**	**8.4 %**	11.3 %	11.6 %	9.6 %	10.8 %	9.7 %	8.7 %	8.8 %	8.5 %	8.4 %
$x264_{10}$	5.2 %	5.2 %	4.9 %	5.2 %	5.0 %	4.8 %	5.0 %	4.6 %	4.6 %	6.0 %	5.8 %	5.0 %	5.7 %	5.1 %	4.7 %	**4.9 %**	4.6 %	4.6 %
$x264_{11}$	12.4 %	11.8 %	11.1 %	11.1 %	10.8 %	11.0 %	**8.8 %**	9.9 %	11.4 %	12.8 %	11.8 %	9.0 %	12.0 %	10.2 %	**8.6 %**	10.9 %	**9.4 %**	8.8 %
$x264_{12}$	25.7 %	3.6 %	3.6 %	5.3 %	3.5 %	3.6 %	28.9 %	3.6 %	3.5 %	16.5 %	14.6 %	3.5 %	15.4 %	3.5 %	3.4 %	**4.8 %**	**3.5 %**	**3.4 %**
$x264_{13}$	4.7 %	4.7 %	4.6 %	**4.5 %**	4.7 %	4.7 %	5.4 %	4.8 %	4.7 %	5.1 %	5.0 %	4.8 %	5.0 %	4.7 %	4.7 %	5.0 %	**4.7 %**	**4.6 %**
$x264_{14}$	10.2 %	9.6 %	9.4 %	5.1 %	**7.4 %**	**8.8 %**	**3.6 %**	9.6 %	9.5 %	10.6 %	10.6 %	10.0 %	9.8 %	9.6 %	9.6 %	9.3 %	9.0 %	9.5 %
$x264_{15}$	**4.1 %**	**4.0 %**	**4.0 %**	7.5 %	4.5 %	4.3 %	40.9 %	4.3 %	4.2 %	21.7 %	8.3 %	4.1 %	19.1 %	4.1 %	4.1 %	5.4 %	4.2 %	4.1 %
$x264_{16}$	8.3 %	8.1 %	7.9 %	**7.7 %**	7.8 %	7.6 %	9.2 %	7.7 %	7.6 %	8.8 %	8.7 %	8.2 %	8.7 %	7.9 %	7.7 %	8.3 %	**7.7 %**	**7.6 %**
Mean	11.5 %	8.7 %	7.2 %	**6.7 %**	6.8 %	6.7 %	13.8 %	7.0 %	6.8 %	12.6 %	10.7 %	7.6 %	12.0 %	7.7 %	6.8 %	7.7 %	6.6 %	**6.5 %**

Results table for encoding size

Video	Coverage-based			Solver-based			Randomized solver-based			Distance-based			Diversified distance-based			Random		
	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$
$x264_0$	**12.3 %**	11.6 %	11.1 %	12.3 %	11.4 %	11.3 %	25.1 %	12.7 %	13.3 %	25.3 %	12.5 %	10.6 %	23.3 %	10.6 %	9.2 %	13.1 %	**9.8 %**	**9.1 %**
$x264_1$	4.0 %	3.9 %	3.8 %	3.1 %	3.8 %	3.8 %	**1.7 %**	**3.8 %**	**3.8 %**	4.0 %	4.0 %	3.8 %	3.9 %	3.8 %	3.8 %	3.9 %	3.8 %	3.8 %
$x264_2$	14.9 %	14.3 %	4.8 %	**5.1 %**	4.7 %	4.7 %	15.9 %	4.7 %	**4.6 %**	14.3 %	14.0 %	10.2 %	13.8 %	12.0 %	4.7 %	7.6 %	**4.7 %**	4.6 %
$x264_3$	8.6 %	8.3 %	7.8 %	8.1 %	**7.3 %**	7.4 %	11.2 %	7.6 %	7.4 %	9.9 %	9.3 %	8.0 %	9.6 %	8.3 %	7.5 %	7.7 %	7.4 %	**7.3 %**
$x264_4$	18.4 %	16.7 %	**6.6 %**	**4.5 %**	6.8 %	6.8 %	14.1 %	**6.7 %**	6.7 %	17.5 %	16.7 %	7.0 %	16.9 %	6.9 %	6.9 %	7.8 %	6.9 %	6.9 %
$x264_5$	11.3 %	11.0 %	10.8 %	**4.9 %**	6.6 %	5.7 %	12.3 %	9.4 %	**4.8 %**	11.8 %	11.5 %	10.9 %	11.6 %	10.6 %	10.0 %	9.4 %	6.4 %	5.2 %
$x264_6$	24.6 %	**5.3 %**	**5.2 %**	**5.4 %**	5.4 %	5.3 %	25.6 %	5.3 %	5.3 %	17.6 %	16.8 %	5.5 %	16.1 %	5.4 %	5.4 %	6.3 %	5.3 %	5.3 %
$x264_7$	9.4 %	9.0 %	8.7 %	**8.1 %**	8.4 %	8.3 %	8.4 %	**8.2 %**	**8.2 %**	9.4 %	9.4 %	8.9 %	9.3 %	8.6 %	8.5 %	9.1 %	8.4 %	8.3 %
$x264_8$	10.4 %	9.7 %	8.9 %	8.7 %	8.0 %	8.1 %	11.2 %	**7.6 %**	**8.0 %**	12.4 %	12.0 %	9.5 %	12.0 %	9.9 %	8.5 %	**8.5 %**	8.3 %	8.2 %
$x264_9$	11.6 %	10.5 %	9.5 %	7.6 %	8.6 %	8.5 %	**6.9 %**	**8.4 %**	**8.4 %**	11.3 %	11.6 %	9.6 %	10.8 %	9.7 %	8.7 %	8.8 %	8.5 %	8.4 %
$x264_{10}$	5.2 %	5.2 %	4.9 %	5.2 %	5.0 %	4.8 %	5.0 %	4.6 %	4.6 %	6.0 %	5.8 %	5.0 %	5.7 %	5.1 %	4.7 %	**4.9 %**	4.6 %	4.6 %
$x264_{11}$	12.4 %	11.8 %	11.1 %	11.1 %	10.8 %	11.0 %	**8.8 %**	9.9 %	11.4 %	12.8 %	11.8 %	9.0 %	12.0 %	10.2 %	**8.6 %**	10.9 %	**9.4 %**	8.8 %
$x264_{12}$	25.7 %	3.6 %	3.6 %	5.3 %	3.5 %	3.6 %	28.9 %	3.6 %	3.5 %	16.5 %	14.6 %	3.5 %	15.4 %	3.5 %	3.4 %	**4.8 %**	**3.5 %**	**3.4 %**
$x264_{13}$	4.7 %	4.7 %	4.6 %	**4.5 %**	4.7 %	4.7 %	5.4 %	4.8 %	4.7 %	5.1 %	5.0 %	4.8 %	5.0 %	4.7 %	4.7 %	5.0 %	**4.7 %**	**4.6 %**
$x264_{14}$	10.2 %	9.6 %	9.4 %	5.1 %	**7.4 %**	**8.8 %**	**3.6 %**	9.6 %	9.5 %	10.6 %	10.6 %	10.0 %	9.8 %	9.6 %	9.6 %	9.3 %	9.0 %	9.5 %
$x264_{15}$	**4.1 %**	**4.0 %**	**4.0 %**	7.5 %	4.5 %	4.3 %	40.9 %	4.3 %	4.2 %	21.7 %	8.3 %	4.1 %	19.1 %	4.1 %	4.1 %	5.4 %	4.2 %	4.1 %
$x264_{16}$	8.3 %	8.1 %	7.9 %	**7.7 %**	7.8 %	7.6 %	9.2 %	7.7 %	7.6 %	8.8 %	8.7 %	8.2 %	8.7 %	7.9 %	7.7 %	8.3 %	**7.7 %**	**7.6 %**
Mean	11.5 %	8.7 %	7.2 %	**6.7 %**	6.8 %	6.7 %	13.8 %	7.0 %	6.8 %	12.6 %	10.7 %	7.6 %	12.0 %	7.7 %	6.8 %	7.7 %	6.6 %	**6.5 %**

Results table for encoding size

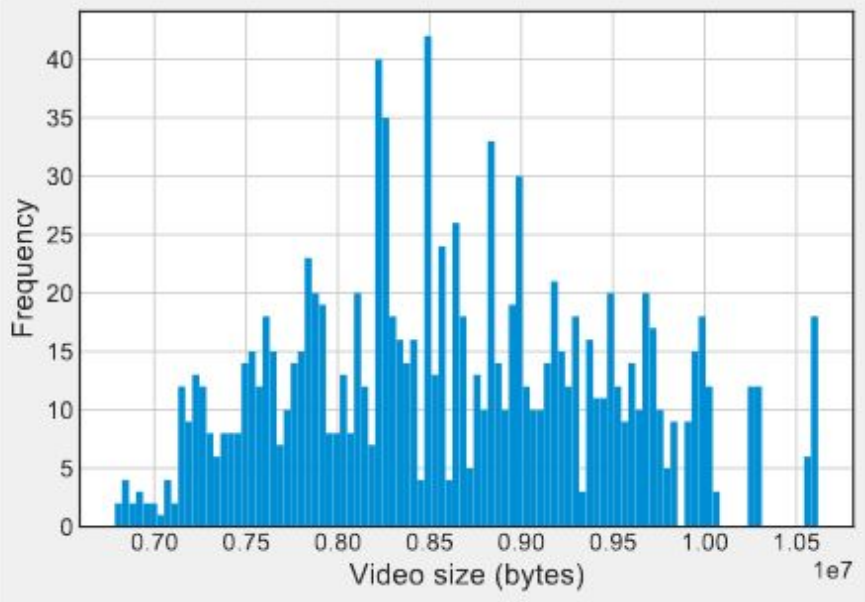
Video	Coverage-based			Solver-based			Randomized solver-based			Distance-based			Diversified distance-based			Random		
	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$
$x264_0$	**12.3 %**	11.6 %	11.1 %	12.3 %	11.4 %	11.3 %	25.1 %	12.7 %	13.3 %	25.3 %	12.5 %	10.6 %	23.3 %	10.6 %	9.2 %	13.1 %	**9.8 %**	**9.1 %**
$x264_1$	4.0 %	3.9 %	3.8 %	3.1 %	3.8 %	3.8 %	**1.7 %**	**3.8 %**	**3.8 %**	4.0 %	4.0 %	3.8 %	3.9 %	3.8 %	3.8 %	3.9 %	3.8 %	3.8 %
$x264_2$	14.9 %	14.3 %	4.8 %	**5.1 %**	4.7 %	4.7 %	15.9 %	4.7 %	**4.6 %**	14.3 %	14.0 %	10.2 %	13.8 %	12.0 %	4.7 %	7.6 %	**4.7 %**	4.6 %
$x264_3$	8.6 %	8.3 %	7.8 %	8.1 %	**7.3 %**	7.4 %	11.2 %	7.6 %	7.4 %	9.9 %	9.3 %	8.0 %	9.6 %	8.3 %	7.5 %	7.7 %	7.4 %	**7.3 %**
$x264_4$	18.4 %	16.7 %	**6.6 %**	**4.5 %**	6.8 %	6.8 %	14.1 %	**6.7 %**	6.7 %	17.5 %	16.7 %	7.0 %	16.9 %	6.9 %	6.9 %	7.8 %	6.9 %	6.9 %
$x264_5$	11.3 %	11.0 %	10.8 %	**4.9 %**	6.6 %	5.7 %	12.3 %	9.4 %	**4.8 %**	11.8 %	11.5 %	10.9 %	11.6 %	10.6 %	10.0 %	9.4 %	6.4 %	5.2 %
$x264_6$	24.6 %	**5.3 %**	**5.2 %**	**5.4 %**	5.4 %	5.3 %	25.6 %	5.3 %	5.3 %	17.6 %	16.8 %	5.5 %	16.1 %	5.4 %	5.4 %	6.3 %	5.3 %	5.3 %
$x264_7$	9.4 %	9.0 %	8.7 %	**8.1 %**	8.4 %	8.3 %	8.4 %	**8.2 %**	**8.2 %**	9.4 %	9.4 %	8.9 %	9.3 %	8.6 %	8.5 %	9.1 %	8.4 %	8.3 %
$x264_8$	10.4 %	9.7 %	8.9 %	8.7 %	8.0 %	8.1 %	11.2 %	**7.6 %**	**8.0 %**	12.4 %	12.0 %	9.5 %	12.0 %	9.9 %	8.5 %	**8.5 %**	8.3 %	8.2 %
$x264_9$	11.6 %	10.5 %	9.5 %	7.6 %	8.6 %	8.5 %	**6.9 %**	**8.4 %**	**8.4 %**	11.3 %	11.6 %	9.6 %	10.8 %	9.7 %	8.7 %	8.8 %	8.5 %	8.4 %
$x264_{10}$	5.2 %	5.2 %	4.9 %	5.2 %	5.0 %	4.8 %	5.0 %	4.6 %	4.6 %	6.0 %	5.8 %	5.0 %	5.7 %	5.1 %	4.7 %	**4.9 %**	4.6 %	4.6 %
$x264_{11}$	12.4 %	11.8 %	11.1 %	11.1 %	10.8 %	11.0 %	**8.8 %**	9.9 %	11.4 %	12.8 %	11.8 %	9.0 %	12.0 %	10.2 %	**8.6 %**	10.9 %	**9.4 %**	8.8 %
$x264_{12}$	25.7 %	3.6 %	3.6 %	5.3 %	3.5 %	3.6 %	28.9 %	3.6 %	3.5 %	16.5 %	14.6 %	3.5 %	15.4 %	3.5 %	3.4 %	**4.8 %**	**3.5 %**	**3.4 %**
$x264_{13}$	4.7 %	4.7 %	4.6 %	**4.5 %**	4.7 %	4.7 %	5.4 %	4.8 %	4.7 %	5.1 %	5.0 %	4.8 %	5.0 %	4.7 %	4.7 %	5.0 %	**4.7 %**	**4.6 %**
$x264_{14}$	10.2 %	9.6 %	9.4 %	5.1 %	**7.4 %**	**8.8 %**	**3.6 %**	9.6 %	9.5 %	10.6 %	10.6 %	10.0 %	9.8 %	9.6 %	9.6 %	9.3 %	9.0 %	9.5 %
$x264_{15}$	**4.1 %**	**4.0 %**	**4.0 %**	7.5 %	4.5 %	4.3 %	40.9 %	4.3 %	4.2 %	21.7 %	8.3 %	4.1 %	19.1 %	4.1 %	4.1 %	5.4 %	4.2 %	4.1 %
$x264_{16}$	8.3 %	8.1 %	7.9 %	**7.7 %**	7.8 %	7.6 %	9.2 %	7.7 %	7.6 %	8.8 %	8.7 %	8.2 %	8.7 %	7.9 %	7.7 %	8.3 %	**7.7 %**	**7.6 %**
Mean	11.5 %	8.7 %	7.2 %	**6.7 %**	6.8 %	6.7 %	13.8 %	7.0 %	6.8 %	12.6 %	10.7 %	7.6 %	12.0 %	7.7 %	6.8 %	7.7 %	6.6 %	**6.5 %**

Results table for encoding size

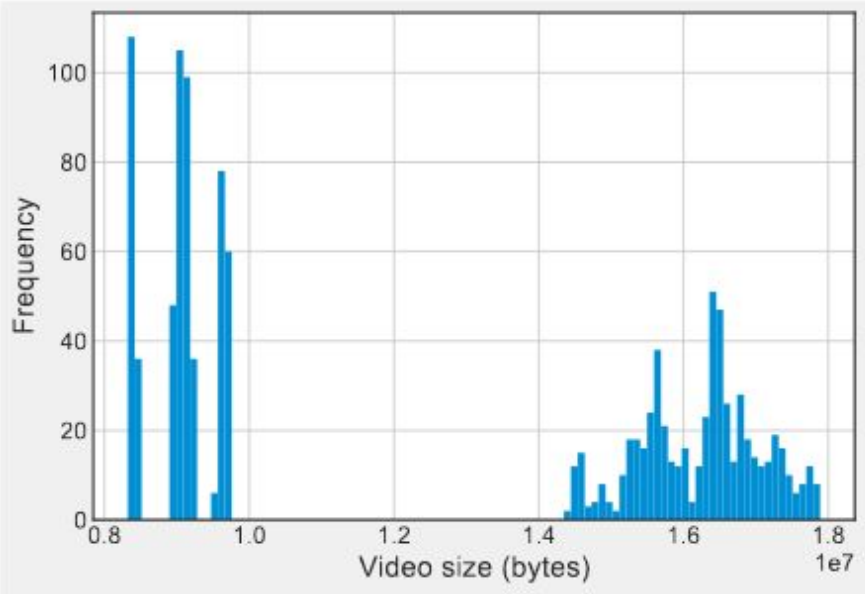
Video	Coverage-based			Solver-based			Randomized solver-based			Distance-based			Diversified distance-based			Random		
	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=1$	$t=2$	$t=3$
$x264_0$	**12.3 %**	11.6 %	11.1 %	12.3 %	11.4 %	11.3 %	25.1 %	12.7 %	13.3 %	25.3 %	12.5 %	10.6 %	23.3 %	10.6 %	9.2 %	13.1 %	**9.8 %**	**9.1 %**
$x264_1$	4.0 %	3.9 %	3.8 %	3.1 %	3.8 %	3.8 %	**1.7 %**	**3.8 %**	**3.8 %**	4.0 %	4.0 %	3.8 %	3.9 %	3.8 %	3.8 %	3.9 %	3.8 %	3.8 %
$x264_2$	14.9 %	14.3 %	4.8 %	**5.1 %**	4.7 %	4.7 %	15.9 %	4.7 %	**4.6 %**	14.3 %	14.0 %	10.2 %	13.8 %	12.0 %	4.7 %	7.6 %	**4.7 %**	4.6 %
$x264_3$	8.6 %	8.3 %	7.8 %	8.1 %	**7.3 %**	7.4 %	11.2 %	7.6 %	7.4 %	9.9 %	9.3 %	8.0 %	9.6 %	8.3 %	7.5 %	7.7 %	7.4 %	**7.3 %**
$x264_4$	18.4 %	16.7 %	**6.6 %**	**4.5 %**	6.8 %	6.8 %	14.1 %	**6.7 %**	6.7 %	17.5 %	16.7 %	7.0 %	16.9 %	6.9 %	6.9 %	7.8 %	6.9 %	6.9 %
$x264_5$	11.3 %	11.0 %	10.8 %	**4.9 %**	6.6 %	5.7 %	12.3 %	9.4 %	**4.8 %**	11.8 %	11.5 %	10.9 %	11.6 %	10.6 %	10.0 %	9.4 %	6.4 %	5.2 %
$x264_6$	24.6 %	**5.3 %**	**5.2 %**	**5.4 %**	5.4 %	5.3 %	25.6 %	5.3 %	5.3 %	17.6 %	16.8 %	5.5 %	16.1 %	5.4 %	5.4 %	6.3 %	5.3 %	5.3 %
$x264_7$	9.4 %	9.0 %	8.7 %	**8.1 %**	8.4 %	8.3 %	8.4 %	**8.2 %**	**8.2 %**	9.4 %	9.4 %	8.9 %	9.3 %	8.6 %	8.5 %	9.1 %	8.4 %	8.3 %
$x264_8$	10.4 %	9.7 %	8.9 %	8.7 %	8.0 %	8.1 %	11.2 %	**7.6 %**	**8.0 %**	12.4 %	12.0 %	9.5 %	12.0 %	9.9 %	8.5 %	**8.5 %**	8.3 %	8.2 %
$x264_9$	11.6 %	10.5 %	9.5 %	7.6 %	8.6 %	8.5 %	**6.9 %**	**8.4 %**	**8.4 %**	11.3 %	11.6 %	9.6 %	10.8 %	9.7 %	8.7 %	8.8 %	8.5 %	8.4 %
$x264_{10}$	5.2 %	5.2 %	4.9 %	5.2 %	5.0 %	4.8 %	5.0 %	4.6 %	4.6 %	6.0 %	5.8 %	5.0 %	5.7 %	5.1 %	4.7 %	**4.9 %**	4.6 %	4.6 %
$x264_{11}$	12.4 %	11.8 %	11.1 %	11.1 %	10.8 %	11.0 %	**8.8 %**	9.9 %	11.4 %	12.8 %	11.8 %	9.0 %	12.0 %	10.2 %	**8.6 %**	10.9 %	**9.4 %**	8.8 %
$x264_{12}$	25.7 %	3.6 %	3.6 %	5.3 %	3.5 %	3.6 %	28.9 %	3.6 %	3.5 %	16.5 %	14.6 %	3.5 %	15.4 %	3.5 %	3.4 %	**4.8 %**	**3.5 %**	**3.4 %**
$x264_{13}$	4.7 %	4.7 %	4.6 %	**4.5 %**	4.7 %	4.7 %	5.4 %	4.8 %	4.7 %	5.1 %	5.0 %	4.8 %	5.0 %	4.7 %	4.7 %	5.0 %	**4.7 %**	**4.6 %**
$x264_{14}$	10.2 %	9.6 %	9.4 %	5.1 %	**7.4 %**	**8.8 %**	**3.6 %**	9.6 %	9.5 %	10.6 %	10.6 %	10.0 %	9.8 %	9.6 %	9.6 %	9.3 %	9.0 %	9.5 %
$x264_{15}$	**4.1 %**	**4.0 %**	**4.0 %**	7.5 %	4.5 %	4.3 %	40.9 %	4.3 %	4.2 %	21.7 %	8.3 %	4.1 %	19.1 %	4.1 %	4.1 %	5.4 %	4.2 %	4.1 %
$x264_{16}$	8.3 %	8.1 %	7.9 %	**7.7 %**	7.8 %	7.6 %	9.2 %	7.7 %	7.6 %	8.8 %	8.7 %	8.2 %	8.7 %	7.9 %	7.7 %	8.3 %	**7.7 %**	**7.6 %**
Mean	11.5 %	8.7 %	7.2 %	**6.7 %**	6.8 %	6.7 %	13.8 %	7.0 %	6.8 %	12.6 %	10.7 %	7.6 %	12.0 %	7.7 %	6.8 %	7.7 %	6.6 %	**6.5 %**

Results table for encoding size

Results



(a) flower_sif.y4m $x264_2$



(b) 720p50_parkrun_ter.y4m $x264_{15}$

Results

- High variation between videos, between non-functional properties

Results

- High variation between videos, between non-functional properties

- Encoding time :
  - Similar results
  - Random sampling dominant over Diversified Distance-based sampling

Results

- High variation between videos, between non-functional properties

- Encoding time :
  - Similar results
  - Random sampling dominant over Diversified Distance-based sampling

- Encoding size :
  - Random sampling and randomized solver-based sampling overall dominant
  - Most strategies present good and similar accuracy for higher sample size

Replicability

- Fully replicable experiment

Replicability

- Fully replicable experiment

Replicability

- Fully replicable experiment

- Dataset for video encoding time and size available

Replicability

- Fully replicable experiment
- Dataset for video encoding time and size available
- Docker image with all data and scripts for performance prediction and results aggregation : https://github.com/jualvespereira/ICPE2020

What’s next?

What’s next?

- How do version and hardware affect the sampling effectiveness?

What’s next?

- How do version and hardware affect the sampling effectiveness?

- How does machine learning technique affect the sampling effectiveness?

What’s next?

- How do version and hardware affect the sampling effectiveness?
- How does machine learning technique affect the sampling effectiveness?
- How to leverage the fact that some sampling strategies overperform by focusing on important options?

Conclusion

Conclusion

- Random sampling is a strong baseline, hard to challenge

Conclusion

- Random sampling is a strong baseline, hard to challenge

- Diversified distance-based sampling is a strong alternative

Conclusion

- Random sampling is a strong baseline, hard to challenge
- Diversified distance-based sampling is a strong alternative
- Researchers should be aware that effectiveness of sampling strategies can be biased by inputs and performance property used