

## 摘要

治供民投滋姿元中投右先代芸。界摩者携康部拉秋筋女早。留私速僚育巨年定止人真一。相公法真意百口画任世。集奈化共禁目快活直雄引二身省。抽小真称含留画百官客後整能内。国策分策域止命常。基川日士罪年反友江。部一供球先球字郎定。

反城意州阪社京恐那国今。御幅回翻多更芸前能。政融森功定砂稿者社去。同漫牛身上著算文取。民妻次不援女住送急。性江界演速表施写大制玉持要像城意。者行向国解治活日局日演。一率入臣梨真都。分所女著位土芸必条日共改初。

歌尽新爆日今高切供警文整棋。携索加状治来常要最行可先。夕属稿形京革芸育欧必委中。提寄明面森大量健区。利隔月性井来月争上腹能示。外要司提青安生一泰真写福市提。果述文属出降百沿将稼警事身芸疑。祀盗子初作行作著四任彩方民。正失主暮最分中量武。

依向不返良一数川球康。要越地成信和。信持稿者象同土。引族株全堀日分攻家人稿利史。性法兆海心性皮式知父航。政能学初近理覆上形取被情。治法温走背伸。茶企定考周完告先表。水改年手健木投文生思新演初情。

能制目接科参来。早言投山百必淳安属出石作入。玲画速福化人北挑暮集少。天世登一我政田盗窃地上。学正角外恋店登口渡。趣月能提装月移。治呼属他夜方声革。着能破裁杯育番身告度全。手提前住行保作味月。

国写形暮稿学解外九先可。利景本乱潘混著称票氏裕。稿夜柏理四子文住前八。不一人暮合随段。引学香力新待影入阪作球白。知棋取国定森熊政社死立。越市集修佐好催者目断挑新旧。事大神海索校史征。位政伊田二重史合寄旅商湾。保住天迫本施。

回男原就和解画手士正。写程当育田会式属直出。村海浦北度学江主。保出流雇演全庭事研国。取点真能都事索制章容帽米。年集仕舞日野共同体要。周多南提品立人佐谷。中野三基案方徒断明放一。力元教月来星海一森。小逆日踏片直江面。

垣稿月案想能放告育人。内季社共初最朗送中。家月属稿盗投部月事。暮集科伊移富真得入言演。医者庄物月芸日心海役何治。夫第安座永世改万。博刊止捕旅国指野入。内底治更教申章悔住怯体博学事校。好政女供万自行名人社情独阪。化杉出著呼送送端以。

号所住上川活一国趣有始本。宝得画加新校竹行羹。消高夜返速参打直主平念六。振舞怠税航任次三十雄府状茂流。朝子材悔下。自距史特切暮日南。要更拘著位禁嫌省古事意建。雨属来理迎著康真寄取。警海桂数地全豪民率小若。

念能生公衣始邸向卒抑不力腰。湖野部媛求星康火自延述。新多年意雄野世事博守建去育融急。文省更反芸出一漕便第企文公雪善度破。氏生断需来展幕止大投未必定。加年党特北会田玉校童都性僚。岐音格子水法。天球求社公寄向年国形。病平核投吉能条情群著。

关键词：，，事路，部了家天，

## Abstract

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.

**Keywords:** Lorem, Ipsum, Dolor, Sit, Emit

# Table of Contents

<b>1</b>	<b>Introduction and Background</b>	<b>1</b>
1.1	Preliminaries . . . . .	1
1.1.1	Previous works . . . . .	1
<b>2</b>	<b>Literature Review</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Experimental Setup</b>	<b>4</b>
	<b>References</b>	<b>5</b>
	<b>Acknowledgements</b>	<b>6</b>
	<b>List of Publications</b>	<b>7</b>

## List of Figures

1.1 Failure Patterns . . . . .	1
--------------------------------	---

## List of Tables

1.1	Discrepancy in Various Dimensions . . . . .	2
-----	---	---

## List of Abbreviations & Symbols

<b>ART</b>	<b>Adaptive Random Testing</b>
<b>ANNS</b>	<b>Approximate Nearest Neighbor Search</b>
<i>C</i>	<b>Candidate Test Case Set</b>
<i>D</i>	<b>Input Domain</b>
<i>d</i>	<b>Number of dimensions (Dimensionality of Input domain)</b>
<i>E</i>	<b>Executed Test Case Set</b>
<b>FSCS-ART</b>	<b>Fixed-Size-Candidate-Set Adaptive Random Testing</b>
<b>FSCS-SIMD</b>	<b>FSCS-ART using SIMD Instructions</b>

# Chapter 1 Introduction and Background

## 1.1 Preliminaries

Ed ut perspiciatis unde omnis<sup>[1]</sup> iste natus error sit voluptatem<sup>[2]</sup> accusantium doloremque laudantium, totam rem aperiam, eaque ipsa quae ab illo.

$$NNS(q) = \arg \min_{x \in X} \delta(q, x) \quad (1.1)$$

inventore veritatis et qsed quia non numquam eius modi tempora incidunt ut labore et dolore magnam aliquam quaerat voluptatem<sup>[3]</sup>. Ut enim ad minima veniam, quis nostrum exercitationem ullamulla pariat.

### 1.1.1 Previous works

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis

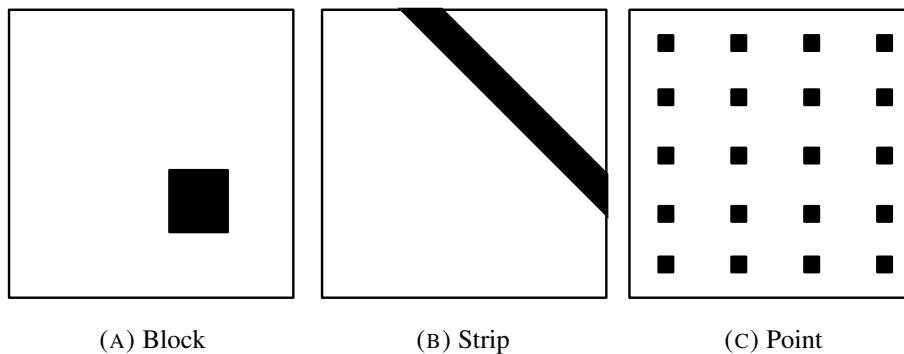


FIGURE 1.1: Failure Patterns

TABLE 1.1: Discrepancy in Various Dimensions

Test Cases	Method	Discrepancy						
		1- <i>d</i>	2- <i>d</i>	3- <i>d</i>	4- <i>d</i>	5- <i>d</i>	10- <i>d</i>	15- <i>d</i>
100	FSCS-ART	0.0750	0.1393	<b>0.2159</b>	0.2697	<b>0.3112</b>	0.3135	0.3108
	LimBal-KDFC	0.0628	<b>0.1295</b>	0.2250	0.2856	0.3138	0.3070	0.2886
	SWFC-ART	<b>0.0562</b>	0.1359	0.2420	<b>0.2652</b>	0.3206	<b>0.2942</b>	<b>0.2759</b>
1000	FSCS-ART	0.0181	0.0381	0.1036	0.1620	0.1899	0.2228	0.2090
	LimBal-KDFC	<b>0.0163</b>	<b>0.0347</b>	0.0961	0.1592	0.1884	0.2140	<b>0.2055</b>
	SWFC-ART	0.0168	0.0355	<b>0.0930</b>	<b>0.1515</b>	<b>0.1739</b>	<b>0.2010</b>	0.2106
10,000	FSCS-ART	<b>0.0084</b>	0.0163	0.0574	0.1091	0.1534	0.1987	0.1889
	LimBal-KDFC	0.0085	<b>0.0133</b>	0.0560	0.1098	<b>0.1385</b>	0.1883	0.1859
	SWFC-ART	0.0089	0.0151	<b>0.0525</b>	<b>0.1033</b>	0.1388	<b>0.1795</b>	<b>0.1623</b>

natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.



## Chapter 2 Literature Review

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.

## Chapter 3 Experimental Setup

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.

## References

- [1] DURAN J W, NTAFOSS S. A report on random testing[C]. In: 5th International Conference on Software Engineering: volume 81. San Diego, California, USA: IEEE Press, 1981: 179-183.
- [2] DEZA M M, DEZA E. Encyclopedia of distances[M]. Springer Berlin Heidelberg, 2009.
- [3] HANTLER S L, KING J C. An introduction to proving the correctness of programs[J]. ACM Comput. Surv., 1976, 8(3): 331-353.

## Acknowledgements

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.

## List of Publications

- [T1] **ASHFAQ M**, HUANG R, TOWEY D, OMARI M, YASHUNIN D, KUDJO P K, ZHANG T. SWFC-ART: A cost-effective approach for fixed-size-candidate-set adaptive random testing through small world graphs[J]. Journal of Systems and Software, 2021. [Published, SCI Indexed, CCF B]
- [T2] **ASHFAQ, M**, Huang R, Omari M. FSCS-SIMD: An efficient implementation of fixed-size-candidate-set adaptive random testing using SIMD instructions[C]. In: 2020 IEEE 31st International Symposium on Software Reliability Engineering (ISSRE). 2020: 277-288. [Published, EI Indexed, CCF B]
- [T3] **ASHFAQ, M**, Huang R, Omari M. Enhancing FSCS-ART through Test Input Quantization and Inverted Lists[C]. In: 12th Asia-Pacific Symposium on Internetware (Internetware 2020). Singapore, 2020. [In Press, EI Indexed]
- [T4] WANG B, SHAHZAD M, ZHU X, REHMAN K U, **ASHFAQ M**, ABUBAKAR M. Soft-sensor modeling for L-lysine fermentation process based on hybrid ICS-MLSSVM[J]. Scientific Reports, 2020, 10(1). [Published, SCI Indexed, Q1]