所属：熊本高等専門学校　電子情報システム工学系

研究タイトル：

Man-At-The-End 攻撃に対するソフトウェアの保護

氏名：	神﨑　雄一郎　／KANZAKI, Yuichiro	E-mail：	kanzaki@kumamoto-nct.ac.jp
職名：	准教授	学位：	博士(工学)
所属学会・協会：	電子情報通信学会，情報処理学会		

キーワード：	ソフトウェア保護，プログラムコードの難読化
技術相談 提供可能技術：	・ソフトウェア内部の重要な情報をプログラムコードの難読化によって保護する技術 ・プログラムコードの難読化方法の信頼性を評価する技術

研究内容：プログラムコードの難読化によるソフトウェア保護方法とその信頼性評価

Man-At-The-End 攻撃からソフトウェアを保護することを目的としたプログラムコードの難読化方法や，難読化方法の信頼性の評価方法について研究を行っている．

ソフトウェアに対する Man-At-The-End 攻撃（MATE 攻撃）とは？

ソフトウェアの実行可能コードを所有するエンドユーザが，不正な目的でそのコードを解析・改ざんすること[1]

MATE 攻撃の例：
- ソフトウェア内の価値あるコードの解析・抜き取り
- ソフトウェア内の重要な分岐点（例えばライセンスチェック機構）の改ざん

MATE のシナリオにおける攻撃者と防御者

攻撃者（attacker）
ゴール：ソフトウェア内の重要なコードやデータを発見し，抽出・改ざんする
道具：逆アセンブラ，デバッガなど

VS

防御者（defender）
ゴール：攻撃者の攻撃成功を可能な限り遅らせる
道具：プログラムコードの難読化など

プログラムコードの難読化

MATE 攻撃を妨げる方法として，コードの意味を保ったまま人間や機械にとって解析が困難なコードに変形する「プログラムコードの難読化」がある．様々な難読化方法やツールが提案されている[2]．

我々の研究グループでは，命令列の自動生成機構を用いた難読化[4]など，難読化方法の研究に取り組んでいる．

```
if ((int )((unsigned long )(((((current_time - tmp)
& - (current_time >= tmp)) + ((current_time - tmp) &
- (current_time >= tmp))) & (((current_time - tmp) &
- (current_time >= tmp)) >> 63L)) - ((current_time -
tmp) & - (current_time >= tmp))) >> 63UL))
                :
```

Tigress[3]によって難読化された C 言語のコード（一部）の例

難読化方法の信頼性評価

難読化方法を利用する防御者にとって，プログラムコードに新たな不具合を生じさせることなく保護が行える，信頼できる難読化方法かを把握する手段は重要である．そこで，難読化方法の信頼性（プログラムコードに不具合を生じさせずに解析を困難にできる性質）を評価する方法についても検討している[5]．

参考文献

[1] P. Falcarin, C. Collberg, M. Atallah, and M. Jakubowski, “Guest Editors’ Introduction: Software Protection,” IEEE Software, vol. 28, no. 2, pp. 24-27, 2011.
[2] C. Collberg and J. Nagra: Surreptitious Software: Obfuscation, Water-marking, and Tamperproofing for Program Protection. Addison-Wesley Professional, 2009.
[3] C. Collberg, The tigress C obfuscator, https://tigress.wtf/.
[4] 光本智洋，神崎雄一郎，“命令列の自動生成機構を用いた LLVM IR コードの難読化の試み，” 情報処理学会第 84 回全国大会講演論文集（講演番号 4L-07），2022 年 3 月．
[5] T. Kitaoka, Y. Kanzaki, T. Ishio, K. Shimari, K. Matsumoto, “Reliability Evaluation Framework for Obfuscating Transformations in Program Code,” Computer Software, vol. 40, no. 4, pp. 37-46, October 2023.