



Sudan University of Science and Technology

*College of graduate studies*

*Faculty of computer science and information technology*

## *Securing satellites images using Arnold map*

*تأمين صور الاقمار الاصطناعية باستخدام خريطة ارنولد*

*A This is Submitted In Partial Fulfillment of the Requirements  
of Master Degree in information technology*

*Prepared by:*

Daralneem Esmail Ali Zakria

*Supervisor:*

*Dr: Faisal Mohammed Abdallah Ali*

December2020

## الآية

قال تعالى: (وَإِذْ قَالَ رَبُّكَ لِلْمَلَائِكَةِ إِنِّي جَاعِلٌ فِي الْأَرْضِ خَلِيفَةً قَالُوا أَتَجْعَلُ فِيهَا مَنْ يُفْسِدُ فِيهَا وَيَسْفِكُ الدِّمَاءَ وَنَحْنُ نُسَبِّحُ بِحَمْدِكَ وَنُقَدِّسُ لَكَ قَالَ إِنِّي أَعْلَمُ مَا لَا تَعْلَمُونَ\* وَعَلَّمَ آدَمَ الْأَسْمَاءَ كُلَّهَا ثُمَّ عَرَضَهُمْ عَلَى الْمَلَائِكَةِ فَقَالَ أَنْبِئُونِي بِأَسْمَاءِ هَؤُلَاءِ إِنْ كُنْتُمْ صَادِقِينَ\* قَالُوا سُبْحَانَكَ لَا عِلْمَ لَنَا إِلَّا مَا عَلَّمْتَنَا إِنَّكَ أَنْتَ الْعَلِيمُ الْحَكِيمُ\* قَالَ يَا آدَمُ أَنْبِئْهُمْ بِأَسْمَائِهِمْ فَلَمَّا أَنْبَأَهُمْ بِأَسْمَائِهِمْ قَالَ أَلَمْ أَقُلْ لَكُمْ إِنِّي أَعْلَمُ غَيْبَ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ وَأَعْلَمُ مَا تُبْدُونَ وَمَا كُنْتُمْ تَكْتُمُونَ\* وَإِذْ قُلْنَا لِلْمَلَائِكَةِ اسْجُدُوا لِآدَمَ فَسَجَدُوا إِلَّا إِبْلِيسَ أَبَى وَاسْتَكْبَرَ وَكَانَ مِنَ الْكَافِرِينَ).

سورة البقرة الآية(30,31,32)

## الإهداء

إلى صاحب السيرة العطرة، والفكر المُستنير؛  
فلقد كان له الفضل الأوّل في بلوغي التعليم العالي  
(والدي الحبيب)، أطال الله في عُمره.  
إلى من وضعتني على طريق الحياة، وجعلتني رابط الجأش،  
وراعتني حتى صرت كبيرةً  
(أمي الغالية)، طيّب الله ثراها.  
إلى إخوتي؛ من كان لهم بالغ الأثر في كثير من العقبات والصعاب.  
إلى جميع أساتذتي الكرام؛ ممن لم يتوانوا في مد يد العون لي  
أهدي إليكم بحثي .

## **Abstract**

this research is based on encryption and **decryption** of satellite image while it is transmitted via communications media (private or public) the research proposed chaotic cryptography algorithms based on Arnold cat map chaotic system so Chaotic systems are a simple sub-type of nonlinear dynamical systems. They may contain very few interacting parts and these may follow very simple rules, but these systems all have a very sensitive dependence on their initial conditions the proposed algorithm is simple easy to use and efficiency in implementation so it is work in shuffle position image pixel manipulation firstly manipulate by DWT transform then use Arnold cat map algorithm for scrambling after examine this methodology by histogram analysis and adjacent autocorrelation the results of analysis is high level of security , confusion and diffusion during the entire process.

### المستخلص

يعتمد هذا البحث علي تشفير وفك التشفير صور الاقمار الاصطناعية أثناء نقلها عبر وسائط الاتصالات (خاصة او عامه) واقترح البحث خوارزميات تشفير فوضوية تعتمد علي نظام خرائط ارنولد القط الفوضوي لذا فان انظمة الفوضي هي نوع فرعي بسيط من الانظمه الديناميكية غير الخطية قد تحتوي علي عدد قليل جدا من الاجزاء المتفاعلي وقد تتبع هذه القواعد قواعد بسيطة جدا ولكن كل هذه الانظمة لها اعتماد حساس للغاية علي ظروفها الاولية فالخوارزميه المقترحه سهلة الاستخدام وكفاءة في التنفيذ لذا فهي تعمل في التلاعب بالبكسلات في اماكن عشوائيه تعامل اولاً عن طريق تحويل DWT ثم استخدام خوارزميه ACM للخلط البكسلات بعد تحليل واختبار المنهجية عن طريق تحليل رسم بياني والارتباط التلقائي لصورة قبل التشفير وبعد التشفير فان النتائج كانت مستوي عالي في الامان والارتباك و الانتشار اثناء العملية التشفير وفك التشفير باكملها.

## Table of Contents

الأيّة	II
الإهداء	III
Abstract	IV
المستخلص	V
Table of contents	VI
List of figure	VIII
List of Abbreviations	VIII
Chapter one Introduction	
1.1 Background	2
1.1.2 History of satellite	3
1.1.3 Important of satellite	3
1.1.4 Cryptography	4
1.2 Research Significance	4
1.3 Research Problem	4
1.4 Research Important	5
1.5 Research Objective	5
1.6 Research Scope	5
1.7 Methodology	5
1.8 Software Requirement	5
1.9 Hardware Requirement	5
1.10 Research Organization	6
Chapter two Literature Review and Related Works	
2.1 Introduction	8
2.2 Type of satellite	8
2.2.1 Type of satellite according to their function	8
2.2.2 types of satellites according to orbits	10
2.2.3 There are three basic categories of (non-military) satellite services	12
2.3 types of satellite imagery	12
2.3.1 visible imagery	12
2.3.2 infrared imagery	12
2.3.3 water vapor imagery	12
2.4 Satellites Work	13
2.5 Satellite Imagery: Resolution vs. Accuracy	14
2.5.1 Resolution	14
2.5.2 Accuracy	14

2.6 Information security	15
2.7 Information security principle	15
2.8 Cryptography	16
2.8.1 Type of cryptographic algorithms	16
2.8.2 Cryptography can be used to provide	17
2.9 Image Encryption using Chaos Maps	17
2.9.1 chaos maps	17
2.9.2 chaos maps for encryption	17
2.9.3 Characteristics of the chaotic maps	17
2.9.4 Arnold Cat Map	18
2.9.5 Arnold's Cat Map Algorithm	18
2.9.6 Discrete Wavelet Transform	19
2.9.7 A comparison of Satellite Image	20
2.9.8 Henon map	20
2.9.9 Logistic map analysis	21
2.9.10 Logistic Chaos Maps with key mixing	21
2.10 Histogram Analysis	22
2.11 Adjacent Pixel Auto-Correlation	22
2.12 Related work	22
Chapter three Methodology	
3.1 Introduction	26
3.2 Flow chart	27
3.3 Proposed Algorithm implementation	28
3.3.1 Algorithm for Encoding	28
3.3.2 Algorithm for decoding	28
3.4 Arnold's Cat Map algorithm	29
3.4.1 Method Encryption Algorithms Arnold Map	29
3.4.2 Method Decryption Algorithms Arnold Map	29
3.5 Compression/Decomposition	30
3.6 Decompression/Reconstruction	31
Chapter four Implementation and Results Discussion	
4.1 Introduction	33
4.2 Implementation	33
4.2.1 histogram analysis for original image	32
4.2.2 Adjacent pixel autocorrelation of original image	34
4.2.3 Behavior and periodicity nature of ACM	36
4.2.4 Key generation	37

4.2.5 histogram analysis of encrypt image	37
4.2.6 adjacent pixel uto correlation of encrypt image	39
4.3 Results Discussion	41
Chapter Five Conclusion and Recommendations	
5.1 Conclusion	43
5.2 Recommendations	43
Reference	
Reference	45



## List of figure

Figure 2.1: satellite orbits type	11
Figure 2.2: satellite work	13
Figure 2.3: pixel size	14
Figure 2.4: Confidentiality, integrity, and availability	15
Figure 3.1:flow chart of algorithm	27
Figure 3.2: Input Process Output System Arnold's Cat Map	29
Figure 3.3: Compression	30
Figure 3.4: decompression/Reconstruction	31
Figure 4.1 Show System main screen	33
Figure 4.2 image downlod from google	33
Figure 4.3 : orginal image(a) histogram analysis of orginal image(b)	34
Figure 4.4 : orginal image(a) original image auto correlation (b)	35
Figure 4.5: encryption bouton	36
Figure 4.6: result of iteration [14]	37
Figure 4.7: encrypt imag	37
Figure 4.8: encrypt image (a) intensity histogram of encrypt image (b)	38
Figure 4.9: encrypt image(c)autocorrelation of encrypt image (d)	39
Figure 4.10: screen of decrypt image	40

### **List of Abbreviations**

GEO	Geostationary earth orbit
LEO	Low earth orbit
MEO	Medium earth orbit
HEO	Highly elliptical orbit
AES	Advanced encryption standard
RSA	Rivest Shamir adleman
ACM	Arnold cat map
IDEA	International data encryption algorithm
DES	Data encryption standard
DWT	Direct wavelet transform
LPF	Low pass filter
HPF	High pass filter