



WILL CHAIN
WILL ON BLOCKCHAIN

MR. THITIPONG BOONTHANAKORN
MR. NARONGYOT SOONTHARARAK
MR. SUBTAWEE NGANRUNGRUANG

A PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR
THE DEGREE OF BACHELOR OF ENGINEERING (COMPUTER ENGINEERING)
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S UNIVERSITY OF TECHNOLOGY THONBURI
2022

Will Chain
Will On Blockchain

MR. THITIPONG BOONTHANAKORN
MR. NARONGYOT SOONTHARARAK
MR. SUBTAWEE NGANRUNGRUANG

A Project Submitted in Partial Fulfillment
of the Requirements for
the Degree of Bachelor of Engineering (Computer Engineering)
Faculty of Engineering
King Mongkut's University of Technology Thonburi
2022

Project Committee

..... (Asst.Prof. Marong Phadoongsidhi, Ph.D.)	Project Advisor
..... (Mrs. Piyanit Wepulanon , Ph.D.)	Committee Member
..... (Asst.Prof. Thumrongrat Amornraksa , Ph.D.)	Committee Member
..... (Asst.Prof. Surapont Toomnark)	Committee Member

Copyright reserved

Project Title	Will Chain Will On Blockchain
Credits	3
Member(s)	MR. THITIPONG BOONTHANAKORN MR. NARONGYOT SOONTHARARAK MR. SUBTAWEE NGANRUNGRUANG
Project Advisor	Asst.Prof. Marong Phadoongsidhi, Ph.D.
Program	Bachelor of Engineering
Field of Study	Computer Engineering
Department	Computer Engineering
Faculty	Engineering
Academic Year	2022

Abstract

Will Chain is a platform developed with the aim of studying how Blockchain networks work and managing wills in real-world assets. and digital assets. Will Chain will include features for managing and keeping current wills. that can meet both real-life assets and digital assets There will be a feature that will support the addition of a will, namely a feature for delivering assets to heirs. If the conditions are the same as in the will Makes wills more secure because the system will not go through the hands of an intermediary but will only have that system. It is also convenient to make wills. and will have even greater coverage.

Keywords: Asset / Blockchain / Cryptocurrency / Digital Asset / Finance / Non-Fungible Token(NFT) / Smart Contract / Will

หัวข้อปริญญานิพนธ์	Will Chain Will on Blockchain
หน่วยกิต	3
ผู้เขียน	นายฐิติพงศ์ บุณธนากร นายณรงค์ยศ สุนทรารักษ์ นายทรัพย์ทวี งานรุ่งเรือง
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.มารอง ผดุงสิทธิ์
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
ภาควิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์
ปีการศึกษา	2565

บทคัดย่อ

Will Chain เป็นแพลตฟอร์มที่ถูกพัฒนาขึ้นมาโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการทำงานของเครือข่าย Blockchain และจัดการเกี่ยวกับพันธกรรมในด้านของสินทรัพย์ในโลกความเป็นจริง และสินทรัพย์ดิจิทัล โดยที่ Will Chain นั้นจะมีฟีเจอร์ในการจัดการและเก็บรักษาพันธกรรมที่มีอยู่ในปัจจุบัน ที่จะสามารถตอบโจทย์ได้ทั้งสินทรัพย์ในชีวิตจริงและสินทรัพย์ดิจิทัล โดยจะมีฟีเจอร์ที่จะรองรับการทำพันธกรรมเพิ่มเติมคือฟีเจอร์สำหรับการส่งมอบสินทรัพย์ให้กับทายาท ถ้ามีเงื่อนไขตรงกับในพันธกรรม ทำให้การทำพันธกรรมนั้นมีความปลอดภัยมากขึ้นเนื่องจากตัวระบบจะไม่ผ่านมือคนกลางแต่จะมีแค่ระบบนั้น อีกทั้งสะดวกในการทำพันธกรรม และจะมีความครอบคลุมที่มากยิ่งขึ้น

คำสำคัญ: Asset / Blockchain / Cryptocurrency / Digital Asset / Finance / Non-Fungible Token(NFT) / Smart Contract / Will

กิตติกรรมประกาศ

การทำโครงการครั้งนี้สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลือของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มารอง ผดุงสิทธิ์ ที่ปรึกษาโครงการ ซึ่งได้ให้ความกรุณา สละเวลาให้คำปรึกษา คำแนะนำ ข้อเสนอแนะอันมีประโยชน์อย่างมาก และความช่วยเหลือตลอดการทำโครงการนี้จนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ผู้จัดทำโครงการจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ผ.ศ.สุรพนธ์ ตุ่มนาค , ดร.ปิยนิษฐ์ เวปุลานนท์ และ รศ.ดร.ธำรงรัตน์ อมรรักษา ที่ได้สละเวลา ร่วมเป็นคณะกรรมการตรวจสอบโครงการในครั้งนี้

ท้ายที่สุดนี้ โครงการนี้อาจจะไม่สำเร็จเลยหากไม่มีเพื่อนในภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีที่ให้ ความช่วยเหลือ การสนับสนุน รวมทั้งคอยเป็นกำลังใจสำคัญเสมอมา

ทีมผู้จัดทำหวังว่าโครงการนี้จะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการทำปริญญานิพนธ์ในปัจจุบัน และสามารถครอบคลุมไปถึงปริญญานิพนธ์ของรุ่นพี่รุ่นน้องที่ยังไม่มีเทคโนโลยีรองรับในตอนนี้อย่างยิ่ง และเกิดการเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้นในอนาคต

สารบัญ

หน้า

ABSTRACT	ii
บทคัดย่อ	iii
กิตติกรรมประกาศ	iv
สารบัญ	v
สารบัญตาราง	vii
สารบัญรูปภาพ	viii
สารบัญสัญลักษณ์	ix
สารบัญคำศัพท์ทางเทคนิคและคำย่อ	x
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	1
1.5 เนื้อหาทางวิศวกรรมที่เป็นต้นฉบับ	1
1.6 การแยกย่อยงาน และวางแผนคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษา	1
1.7 ตารางการดำเนินงาน	2
1.8 ผลการดำเนินงานในภาคการศึกษาที่ 1	3
1.9 ผลการดำเนินงานในภาคการศึกษาที่ 2	3
บทที่ 2 ทฤษฎีความรู้และงานที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	4
2.1.1 Blockchain [1]	4
2.1.2 ERC-20 [2]	4
2.1.3 Ethereum Chain and ETH[3]	4
2.1.4 Software Engineering [4, 5]	4
2.1.5 Smart Contract [6]	5
2.1.6 Non-Fungible Token (NFT) [7]	5
2.1.7 Fractional- Non-Fungible Token (F-NFT) [8]	5
2.1.8 Asset (สินทรัพย์) [9]	6
2.1.9 Digital Asset (สินทรัพย์ดิจิทัล) [10]	6
2.1.10 พิณยกรรม [11]	6
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
2.2.1 CryptoWill [12]	7
2.3 เทคนิคและเทคโนโลยีที่ใช้	7
2.3.1 Ethereum Chain [3]	7
2.3.2 GitHub [13]	7
2.3.3 MetaMask [14]	7
2.3.4 NestJS [15]	8
2.3.5 Next.js [16]	8
2.3.6 Solidity [17]	8
2.3.7 TypeScript [18]	8
2.3.8 Web3.js [19]	8
2.3.9 Truffle [20]	8

บทที่ 3 การออกแบบและวิธีการดำเนินงาน	9
3.1 ระบบการทำงาน	9
3.1.1 ภาพรวมของระบบ	9
3.1.2 User Journey	9
3.2 Cryptocurrency Wallet	10
3.3 Diagram Unified Modelling Language (UML)	10
3.3.1 แผนภาพ Use Case Diagram	10
3.3.2 Use Case Narrative	10
3.3.3 Class Diagram	15
3.3.4 System Architecture Diagram	17
3.3.5 Sequence Diagram	17
3.4 ส่วนติดต่อผู้ใช้งาน (User Interface)	27
3.4.1 ออกแบบการทดสอบ	33
3.5 อัลกอริทึมในการประมวลผลข้อความ	34
3.5.1 อัลกอริทึม I	34
3.5.2 อัลกอริทึม II	34
3.6 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา	34
บทที่ 4 วิธีการดำเนินงาน	35
4.1 ข้อกำหนดและความต้องการของระบบ	35
4.2 สถาปัตยกรรมระบบ	35
4.3 Hardware Module 1	35
4.3.1 Component 1	35
4.3.2 Logical Circuit Diagram	35
4.4 Hardware Module 2	35
4.4.1 Component 1	35
4.4.2 Component 2	35
4.5 Path Finding Algorithm	35
4.6 Database Design	35
4.7 UML Design	35
4.8 GUI Design	35
4.9 การออกแบบการทดลอง	35
4.9.1 ตัวชี้วัดและปัจจัยที่ศึกษา	35
4.9.2 รูปแบบการเก็บข้อมูล	35
บทที่ 5 ผลการดำเนินงาน	36
5.1 ประสิทธิภาพการทำงานของระบบ	36
5.2 ความพึงพอใจการใช้งาน	36
5.3 การวิเคราะห์ข้อมูลและผลการทดลอง	36
บทที่ 6 บทสรุป	37
6.1 สรุปผลโครงการ	37
6.2 ปัญหาที่พบและการแก้ไข	37
6.3 ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะ	37
หนังสืออ้างอิง	38
APPENDIX	39
A ชื่อภาคผนวกที่ 1	40
B ชื่อภาคผนวกที่ 2	42

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ตารางการดำเนินงาน ประจําภาคการศึกษาที่ 1/2565	3
1.2 ตารางการดำเนินงาน ประจําภาคการศึกษาที่ 2/2565	3
3.1 ตารางแสดงรายละเอียดของ Use Case Connect MetaMask Wallet	11
3.2 ตารางแสดงรายละเอียดของ Use Case Upload Will	11
3.3 ตารางแสดงรายละเอียดของ Use Case Create Will	12
3.4 ตารางแสดงรายละเอียดของ Use Case Select Baneficiary	12
3.5 ตารางแสดงรายละเอียดของ Use Case Select Asset	13
3.6 ตารางแสดงรายละเอียดของ Use Case Delete Will	13
3.7 ตารางแสดงรายละเอียดของ Use Case View Will	14
3.8 ตารางแสดงรายละเอียดของ Use Case Create Asset	14
3.9 ตารางแสดงรายละเอียดของ Use Case Delete Asset	14
3.10 ตารางแสดงรายละเอียดของ Use Case View Asset	15
3.11 ตารางแสดงรายละเอียดของ Use Case Check User Status	15
3.12 ตารางแสดงรายละเอียดของ Use Case Deliver Will And asset	15
3.13 ตารางแสดงคำอธิบาย Class Diagram	16
3.14 ตารางแสดงรายละเอียดของ Connect MetaMask Sequence Diagram	17
3.15 ตารางแสดงรายละเอียดของ Upload Pdf Will Sequence Diagram	18
3.16 ตารางแสดงรายละเอียดของ Create Will Sequence Diagram	20
3.17 ตารางแสดงรายละเอียดของ Delete Will Sequence Diagram	21
3.18 ตารางแสดงรายละเอียดของ View Will Sequence Diagram	22
3.19 ตารางแสดงรายละเอียดของ View Asset Sequence Diagram	22
3.20 ตารางแสดงรายละเอียดของ Delete Asset Sequence Diagram	23
3.21 ตารางแสดงรายละเอียดของ Check Status Death Sequence Diagram	24
3.22 ตารางแสดงรายละเอียดของ Create Real Asset Sequence Diagram	24
3.23 ตารางแสดงรายละเอียดของ Create Digital Asset Sequence Diagram	25
3.24 ตารางแสดงรายละเอียดของ Claim Asset Sequence Diagram	27
4.1 test table x1	35

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ความแตกต่างระหว่าง Waterfall Method กับ Agile Method	5
2.2 ภาพแสดงหลักการทำงานของโปรเจค CryptoWill	7
3.1 ภาพรวมแสดงการทำงานของระบบ	9
3.2 แสดง User Journey	9
3.3 แสดงการทำงานของระบบทั้งหมด Use Case Diagram	10
3.4 แสดงภาพออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบ Will Chain	17
3.5 แสดง Connect MetaMask Sequence Diagram	18
3.6 แสดง Upload Pdf Will Sequence Diagram	19
3.7 แสดง Create Will Sequence Diagram	20
3.8 แสดง Delete Will Sequence Diagram	21
3.9 แสดง View Will Sequence Diagram	22
3.10 แสดง View Asset Sequence Diagram	22
3.11 แสดง Delete Asset Sequence Diagram	23
3.12 แสดง Check Status Death Sequence Diagram	24
3.13 แสดง Create Real Asset Sequence Diagram	25
3.14 แสดง Create Digital Asset Sequence Diagram	26
3.15 แสดง Claim Asset Sequence Diagram	27
3.16 หน้าแรก	28
3.17 หน้าโปรไฟล์	28
3.18 หน้าสินทรัพย์ของคุณ	29
3.19 หน้าบันทึกสินทรัพย์	30
3.20 หน้าบันทึกสินทรัพย์	30
3.21 หน้าพินัยกรรมของคุณ	31
3.22 บันทึกพินัยกรรม	32
3.23 drop down เลือกคนรับพินัยกรรม	32
3.24 drop down สินทรัพย์	32
3.25 drop down สินทรัพย์ดิจิทัล	33
3.26 พินัยกรรมที่ได้รับ	33
3.27 The network model	34

สารบัญสัญลักษณ์

SYMBOL

α	Test variable
λ	Interarival rate
μ	Service rate

UNIT

m^2
jobs/ second
jobs/ second

สารบัญคำศัพท์ทางเทคนิคและคำย่อ

Asset	=	ทรัพย์สินที่เราถืออยู่ทั้งหมด เงินที่อยู่ในบัญชีทั้งหมดอยู่ในกระเป๋าทั้งหมดรวมทั้งหมดนี้สินที่เราถืออยู่ทั้งหมด
Blockchain	=	ระบบโครงข่ายในการเก็บบัญชีธุรกรรมออนไลน์
Cryptocurrency	=	สกุลเงินเข้ารหัส เป็นสินทรัพย์ดิจิทัล
Digital Asset	=	สิ่งที่มีมูลค่าและเราสามารถเป็นเจ้าของได้ แต่ไม่สามารถแตะต้องได้ทางกายภาพ
Finance	=	การเงิน
Non-Fungible Token(NFT)	=	สิ่งของที่มีความแตกต่างเฉพาะตัวไม่สามารถทดแทนกันได้หรือซื้อเป็นหน่วยย่อยได้
Smart Contract	=	กระบวนการทางดิจิทัล ที่กำหนดขั้นตอนการทำธุรกรรมโดยอัตโนมัติไว้ล่วงหน้า โดยไม่ต้องอาศัยตัวกลาง
Will	=	คือปณิกรรมที่เก็บคำสั่งเสียสุดท้ายในการทำกิจการต่าง ๆ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบันนั้นเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทในการใช้ชีวิตของผู้คนเป็นอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นในด้านของ การเงิน สินทรัพย์ เป็นต้น แต่ว่าจะมีในด้านของพินัยกรรมที่นับว่าเป็นเอกสารที่ไม่มีการใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วยเหลือในปัจจุบัน โดยยังที่จะต้องทำการเก็บรักษาไว้ที่ตัวเองหรือไม่ก็เก็บไว้ที่ทนายของตนเองทำให้บางครั้งพินัยกรรมนั้น ๆ อาจเกิดการเสียหายหรือสูญหายได้ หรือแม้กระทั่งอาจเกิดโอกาสเปลี่ยนแปลงจากบุคคลที่สามได้ ทำให้การทำพินัยกรรมในแต่ละครั้งมีความยุ่งยากและไม่ปลอดภัยสำหรับผู้ที่จะทำพินัยกรรม รวมถึงพินัยกรรมในส่วนนี้ยังครอบคลุมในด้านการสืบทอดสินทรัพย์ดิจิทัล อย่างเช่น Cryptocurrency ได้ เนื่องจากยังไม่มีเทคโนโลยีที่รองรับในปัจจุบัน

จึงเกิดแนวคิดที่จะสร้าง แพลตฟอร์มสำหรับการจัดการพินัยกรรมทั้งสินทรัพย์ในโลกความเป็นจริง และสินทรัพย์ดิจิทัลผ่านระบบ Blockchain ที่สามารถนำพินัยกรรมที่มีอยู่ในปัจจุบันนั้นมาขึ้นระบบ Blockchain เพื่อเก็บรักษาพินัยกรรมนั้น และสามารถทำการสืบทอดสินทรัพย์ไปยังผู้รับพินัยกรรมได้ รวมไปถึงสินทรัพย์ดิจิทัลอีกด้วย โดยคำนึงถึงความปลอดภัยและความสะดวกสบายของผู้ใช้งาน

1.2 วัตถุประสงค์

- เพื่อศึกษาเทคโนโลยี Blockchain
- เพื่อสร้างแพลตฟอร์มสำหรับการจัดการพินัยกรรมทั้งสินทรัพย์ในโลกความเป็นจริง และสินทรัพย์ดิจิทัล
- เพื่อให้พินัยกรรมในปัจจุบันสามารถครอบคลุมถึงสินทรัพย์ดิจิทัล
- เพื่อเก็บรักษาพินัยกรรมให้มีความปลอดภัยมากขึ้น
- เพื่ออำนวยความสะดวกในการเก็บพินัยกรรม

1.3 ขอบเขตของโครงการ

- พัฒนาแพลตฟอร์มสำหรับการจัดการพินัยกรรมทั้งสินทรัพย์ในโลกความเป็นจริง และสินทรัพย์ดิจิทัล
- ใช้ภาษา Solidity ในการพัฒนา Smart Contract

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

Will Chain เป็นการนำเทคโนโลยี Blockchain เพื่อการทำพินัยกรรมโดยจะสามารถถ่ายทอดมรดกที่เป็นสินทรัพย์ที่ระบบรองรับจากผู้ทำการเขียนพินัยกรรม ไปหาผู้รับสินทรัพย์ได้ด้วยรูปแบบของ NFT หรือ F-NFT

1.5 เนื้อหาทางวิศวกรรมที่เป็นต้นฉบับ

โครงการนี้พัฒนาขึ้นมาจากการใช้ความรู้ในด้าน Blockchain Technology (Ethereum chain โดยใช้เครื่องมือพัฒนา Smart Contract ด้วยภาษา Solidity ในการพัฒนา) และใช้ความรู้เรื่อง NFT , F-NFT เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลพินัยกรรมของตัวโปรเจกของเรา รวมถึงการทำ Decentralize Application ที่ใช้ Next Typescript Framework ในการพัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานไปถึงความรู้ด้าน วิศวกรรมซอฟต์แวร์ และ ด้านพินัยกรรม เพื่อที่จะสามารถทำการถ่ายทอดพินัยกรรมได้ภายใน Decentralize Application

1.6 การแยกย่อยงาน และวางแผนคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษา

1. ศึกษาค้นคว้าที่มาและความสำคัญของปัญหา
2. เสนอหัวข้อโครงการให้กับอาจารย์ที่ปรึกษา
3. ทำการสำรวจหรือศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโครงการ
 - ศึกษาเรื่องพินัยกรรม

- ศึกษาเรื่องกฎหมาย
 - ศึกษาเรื่องสินทรัพย์
4. นำเสนอโครงการและข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้าให้กับอาจารย์ที่ปรึกษา
 5. จัดทำข้อเสนอโครงการ
 6. นำเสนอข้อเสนอโครงการ
 7. จัดทำรายงาน
 - รายงานบทที่ 1 จากข้อมูลข้อเสนอโครงการ
 - รายงานบทที่ 2 จากข้อมูลการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
 - รายงานบทที่ 3 รายงานการออกแบบการทำงานของระบบเบื้องต้น
 8. วิเคราะห์และออกแบบระบบ
 - ออกแบบการทำงาน Algorithms ของ Smart Contract ที่ใช้งานในระบบ
 - ออกแบบรูปแบบพินัยกรรมที่จะใช้ในระบบ
 - ออกแบบส่วนของผู้ใช้งาน (UX/UI)
 9. ศึกษาและพัฒนา Blockchain และ Smart Contract
 - ศึกษาการทำงานของ Blockchain ด้วย Ethereum chain
 - ศึกษาและพัฒนาส่วนของ Smart Contract ที่ใช้ในการควบคุมระบบด้วยภาษา Solidity
 - ศึกษาและพัฒนา NFT ในระบบ
 10. ศึกษาและพัฒนา Web application
 - ศึกษาและพัฒนาส่วนของผู้ใช้งานด้วย Next.js Typescript และ User Interface Framework อื่น ๆ
 - ศึกษาเกี่ยวกับ API ของหน่วยงานรัฐ
 11. นำเสนอโครงงาน 3 บท
 12. ศึกษาและพัฒนา Blockchain และ Smart Contract (ต่อจากภาคการศึกษาที่ 1)
 13. ทดสอบการทำงานของ Ethereum chain
 14. ปรับปรุงและแก้ไข Ethereum chain
 15. ศึกษาและพัฒนา Web application (ต่อจากภาคการศึกษาที่ 1)
 16. ทดสอบการทำงานของ Web application
 17. ปรับปรุงและแก้ไข Web application
 18. จัดทำรายงานโครงงานฉบับสมบูรณ์
 19. นำเสนอโครงงาน

1.7 ตารางการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 ตารางการดำเนินงาน ประจำปีภาคการศึกษาที่ 1/2565

ตารางการดำเนินงาน ประจำปีภาคการศึกษาที่ 1/2565																						
ที่	หัวข้อการดำเนินงาน	ระยะเวลา																				
		สิงหาคม				กันยายน				ตุลาคม				พฤศจิกายน				ธันวาคม				
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1	ศึกษาค้นคว้าที่มาของและ ความสำคัญของปัญหา																					
2	เสนอหัวข้อโครงการให้กับอาจารย์ ที่ปรึกษา																					
3	ทำการสำรวจหรือศึกษาค้นคว้า ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโครงการ																					
4	นำเสนอโครงการและข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้าให้กับอาจารย์ที่ปรึกษา																					
5	จัดทำข้อเสนอโครงการ																					
6	นำเสนอข้อเสนอโครงการ																					
7	จัดทำรายงาน																					
8	วิเคราะห์และออกแบบระบบ																					
9	ศึกษาและพัฒนา Blockchain และ Smart Contract																					
10	ศึกษาและพัฒนา Web application																					
11	นำเสนอโครงการ 3 บท																					

ตารางที่ 1.2 ตารางการดำเนินงาน ประจำปีภาคการศึกษาที่ 2/2565

ตารางการดำเนินงาน ประจำปีภาคการศึกษาที่ 2/2565																	
ที่	หัวข้อการดำเนินงาน	ระยะเวลา															
		มกราคม				กุมภาพันธ์				มีนาคม				เมษายน			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
12	ศึกษาและพัฒนา Blockchain และ Smart Contract (ต่อจากภาคการศึกษาที่ 1)																
13	ทดสอบการทำงานของ Ethereum chain																
14	ปรับปรุงและแก้ไข Ethereum chain																
15	ศึกษาและพัฒนา Web application (ต่อจากภาคการศึกษาที่ 1)																
16	ทดสอบการทำงานของ Web application																
17	ปรับปรุงและแก้ไข Web application																
18	จัดทำรายงานโครงงานฉบับสมบูรณ์																
19	นำเสนอโครงงาน																

1.8 ผลการดำเนินงานในภาคการศึกษาที่ 1

1. รูปเล่มรายงานโครงงาน 3 บท
2. ออกแบบการทำงานของ Smart contract
 - แบบจำลองโครงสร้างของ Smart Contract
 - แบบจำลองการทำงานของ Smart Contract
3. ออกแบบโครงสร้างของ Application
 - แผนผังภาพรวมของระบบ
 - แผนผังการทำงานของ Application
 - แบบจำลองส่วนติดต่อผู้ใช้งาน

1.9 ผลการดำเนินงานในภาคการศึกษาที่ 2

1. พัฒนา Blockchain
2. พัฒนา Web application (Will Chain)
3. เชื่อมต่อส่วนผู้ใช้งาน และ Smart Contract
4. ผลการทดสอบการใช้งาน
5. ทดสอบการใช้งาน
6. รายงานโครงงานฉบับสมบูรณ์

บทที่ 2 ทฤษฎีความรู้และงานที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 Blockchain [1]

Blockchain คือเทคโนโลยีการประมวลผลและจัดเก็บข้อมูลแบบกระจายศูนย์ หรือที่เรียกว่า Distributed Ledger Technology (DLT) ซึ่งเป็นรูปแบบการบันทึกข้อมูลที่ใช้หลักการ Cryptography ร่วมกับกลไก Consensus โดยข้อมูลที่ถูกบันทึกในระบบ Blockchain นั้นจะสามารถทำการแก้ไขเปลี่ยนแปลงได้ยาก ช่วยเพิ่มความถูกต้อง และความน่าเชื่อถือของข้อมูล โดยไม่ต้องอาศัยคนกลาง

Blockchain สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท โดยพิจารณาจากข้อกำหนดในการ เข้าร่วมเป็นสมาชิกของเครือข่ายคือ Blockchain แบบเปิดสาธารณะ (Public Blockchain) Blockchain แบบปิด (Private Blockchain) และ Blockchain แบบเฉพาะกลุ่ม (Consortium Blockchain)

2.1.1.1 Public Blockchain คือ Blockchain วงเปิดที่อนุญาตให้ทุกคนสามารถเข้าใช้งานไม่ว่า จะเป็นการอ่าน หรือการทำธุรกรรมต่าง ๆ ได้อย่างอิสระโดยไม่จำเป็นต้องขออนุญาต หรือรู้จักกันในอีกชื่อ คือ Permissionless Blockchain

2.1.1.2 Private Blockchain คือ Blockchain วงปิดที่เข้าใช้งานได้เฉพาะผู้ที่ได้รับ อนุญาตนั้นซึ่งส่วนใหญ่ถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้งานภายในองค์กร ดังนั้นข้อมูลการทำธุรกรรมต่าง ๆ จะถูกจำกัดอยู่เฉพาะภายในเครือข่าย

2.1.1.3 Consortium Blockchain คือ Blockchain ที่ เปิดให้ใช้งานได้เฉพาะกลุ่ม เท่านั้น โดยเป็นการผสมผสานแนวคิดระหว่าง Public Blockchain และ Private Blockchain ซึ่งส่วนมากเป็นการรวมตัวกันขององค์กรที่มีลักษณะธุรกิจ เหมือนกัน และต้องมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันอย่างสม่ำเสมอแล้วมารวมตัวกันตั้ง Blockchain ขึ้นมา ทั้งนี้เนื่องจาก ธุรกรรมและข้อมูลที่จัดเก็บ เป็นข้อมูลที่ เป็นความลับหรือข้อมูลส่วนตัวภายในองค์กร ส่งผลให้ไม่สามารถเปิดเผยข้อมูลดังกล่าวทั้งหมดแก่สาธารณะชนได้ ดังนั้นผู้เข้าร่วม Blockchain เฉพาะกลุ่ม จำเป็นต้องได้รับ การอนุญาตจากตัวแทนเสียก่อน จึงจะสามารถเข้าใช้งานได้ ยกตัวอย่าง เช่น เครือข่ายระหว่างธนาคาร ที่ใช้ในการ แลกเปลี่ยนข้อมูลการทำธุรกรรม หรือแลกเปลี่ยนสินทรัพย์ภายในกลุ่ม

2.1.2 ERC-20 [2]

ERC-20 เป็น Protocol มาตรฐานสำหรับการสร้างโทเคนบน Ethereum blockchain โดยมีชื่อเต็มคือ Ethereum Request for Comments ซึ่งมาตรฐาน ERC-20 ถูกนำมาใช้ตั้งแต่ปี 2015 และในปัจจุบันมีโทเคนจำนวนมากที่รองรับ ERC-20

2.1.3 Ethereum Chain and ETH[3]

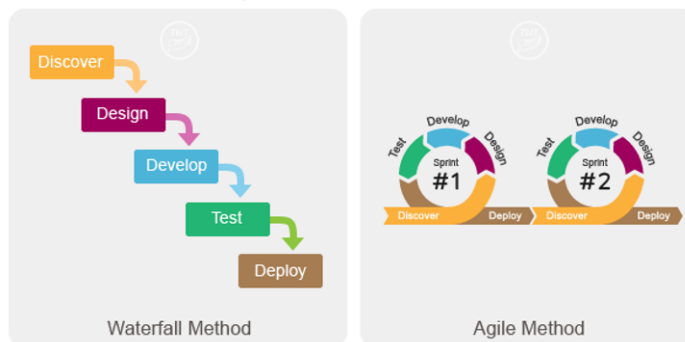
Ethereum คือแพลตฟอร์มบน Blockchain Network ที่ทำงานด้วย Smart Contract มีลักษณะแพลตฟอร์มเป็นรูปแบบ Decentralized Platform แบบ Open Source ทำให้นักพัฒนาสามารถเข้ามาพัฒนา แก้ไข หรือดัดแปลงโค้ดได้ทุกคน พร้อมทั้งกำหนดเงื่อนไขต่าง ๆ สำหรับนำไปใช้งานบน Blockchain โดยมี Smart Contract ดำเนินการและระบบจะทำงานตามเงื่อนไขโปรแกรมที่กำหนดมา ทำให้ผู้ใช้งาน Blockchain ของ Ethereum ทำธุรกรรมได้ โดยไม่ต้องผ่านตัวกลางอื่น นอกจากนี้ การประยุกต์ใช้ Smart Contract และศักยภาพประมวลผลโดยรวมของแพลตฟอร์มที่สูงกว่า Bitcoin และเหรียญ Ether หรือเหรียญ ETH คือ สกุลเงินดิจิทัลอย่างหนึ่ง ที่ถูกพัฒนาขึ้นมาบน Blockchain Ethereum มีส่วนช่วยขับเคลื่อนการทำงานในระบบนิเวศของ Ethereum

2.1.4 Software Engineering [4, 5]

2.1.4.1 Software Development Methodology

- Agile Software Development เป็นกระบวนการที่ช่วยลดการทำงานที่เป็นขั้นตอนและงานด้านการทำเอกสาร แต่จะไม่มุ่งเน้นในเรื่องการสื่อสารของทีมมากขึ้น เพื่อให้เกิดการพัฒนาสินค้าและบริการใหม่ ๆ ได้รวดเร็วขึ้น แล้วจึงนำสิ่งที่ได้ไปให้ผู้ใช้งานกลุ่มตัวอย่าง (Target group) ทดสอบใช้งานจริง จากนั้นจึงรวบรวมผลทดสอบมาประเมินดูอีกครั้ง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการแก้ไขปรับปรุงสินค้าและบริการนั้นๆ ให้ดีขึ้นทีละนิด ด้วยแนวทางนี้จะทำให้องค์กรสามารถพัฒนาสินค้าและบริการได้อย่างรวดเร็วและตอบโจทย์ผู้ใช้งานได้มากขึ้นอย่างสม่ำเสมอ

Development Methodologies



รูปที่ 2.1 ความแตกต่างระหว่าง Waterfall Method กับ Agile Method

- Scrum (สกรัม) คือการนำแนวคิดในการทำงานแบบ Agile (อไจล์) มาปฏิบัติตามขั้นตอนของสกรัม เพื่อระบุปัญหาที่มีความซับซ้อน เปลี่ยนแปลงบ่อย เพื่อให้สามารถส่งมอบผลิตภัณฑ์ที่ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็ว ช่วยให้การพัฒนาผลิตภัณฑ์แบบ Agile มีขั้นตอนการดำเนินงานและผลลัพธ์ที่ชัดเจน โปร่งใส สามารถตรวจสอบประสิทธิภาพของแต่ละขั้นตอนการดำเนินงาน สามารถปรับปรุงและวัดผลการปรับปรุงที่เกิดขึ้นได้

- Kanban ที่มาเริ่มต้นมาจากระบบการทำงานของ Toyota ซึ่งประสบความสำเร็จอย่างมากจนทำให้สามารถผลิตรถออกมาได้ไวกว่าคู่แข่งทั่วโลกจนครองตลาดไปได้มาก สำหรับวงการ Software ได้ถูก David J. Anderson จับนำมาปรับปรุงให้เข้ากับ Software Development เพื่อการพัฒนา Software ได้อย่างรวดเร็วที่สุดด้วยเช่นกัน และสุดท้ายถูกนำไปเป็นส่วนหนึ่งของ Lean Software Development รวมไปถึงถูกจัดให้เป็น Agile อีกแบบหนึ่งนอกเหนือไปจาก Scrum อีกด้วย Kanban มีกฎอยู่แค่ 3 ข้อ

- Visualize the workflow – แสดง flow การทำงานของระบบให้ออกมาให้เห็นภาพอย่างชัดเจน สามารถบอกได้ว่าขณะนี้งานไปติดขัดที่จุดไหน อย่างไรให้ชัดเจน
- Limit Work In Progress (WIP) – จุดหลักของ Kanban เลยคือการ limit งานต่อหนึ่งหน่วยย่อย เช่นงานสำหรับ Development ห้ามถือเกิน 2 งานเพื่อป้องกันไม่ให้งาน Overload มากเกินไป และจะทำให้สูญเสียเวลาไปมากกว่าที่ควรจะเป็น
- Measure the lead time – วัดผลการทำงานและปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้นไปอีก ตรงนี้จะเรียกว่า Cycle time หรือค่าเฉลี่ยที่ Card 1 อันจะอยู่บนบอร์ดตั้งแต่เริ่มต้นไปจนถึงขึ้นบน production จริง

2.1.5 Smart Contract [6]

Smart Contract หมายถึง กระบวนการทางดิจิทัล ที่กำหนดขั้นตอนการทำธุรกรรมโดยอัตโนมัติไว้ล่วงหน้า โดยไม่ต้องอาศัยตัวกลาง อย่างเช่น ธนาคาร ซึ่งการสร้าง Smart Contract ที่เป็นระบบอัตโนมัติอย่างเต็มรูปแบบ โดยคู่สัญญาทั้งสองฝ่ายจะมีการตกลงกันก่อนหน้านี้ ถึงขั้นตอน กลไก ในการทำการธุรกรรมดังกล่าว ซึ่งการพัฒนานี้ส่งผลกระทบต่อรูปแบบธุรกิจแบบดั้งเดิมของธนาคาร

2.1.6 Non-Fungible Token (NFT) [7]

NFT ย่อมาจาก Non-Fungible Token เป็นชื่อเรียกของ Cryptocurrency ประเภทหนึ่ง เป็นสินทรัพย์ดิจิทัลที่มีเพียงชิ้นเดียวในโลก ไม่สามารถทำซ้ำหรือคัดลอกได้ ต่อให้มีการก๊อปปี้ไป แต่ต้นฉบับของจริงจะมีอยู่เพียงหนึ่งเดียวเท่านั้น ส่วนโทเคน NFT ก็เป็นเหมือนโฉนด เพื่อแสดงความเป็นเจ้าของสินทรัพย์ชิ้นนั้น

2.1.7 Fractional- Non-Fungible Token (F-NFT) [8]

F-NFT จะเปรียบเหมือนธุรกิจประเภทห้างหุ้นส่วนของกิจการมีแห่งเดียวในโลก มีผู้ร่วมลงทุนอย่างน้อย 2 คนขึ้นไป ทุกคนเป็นเจ้าของกิจการ มีอำนาจในการตัดสินใจร่วมกันในทุก ๆ เรื่อง ดังนั้น F-NFT จึงเป็นเพียงสัดส่วนของ NFT ทั้งหมดที่ถูกแบ่งออกเป็นส่วนย่อย ทำให้ผู้คนจำนวนมากสามารถอ้างสิทธิ์ความเป็นเจ้าของชิ้นส่วนของ NFT เดียวกันได้

2.1.8 Asset (สินทรัพย์) [9]

Asset หมายถึง ทรัพยากรที่มีและอยู่ในการควบคุมของกิจการ สินทรัพย์นี้อาจจะเป็นสิ่งที่มีตัวตนหรือไม่มีตัวตนก็ได้ ซึ่งสามารถตีราคามูลค่าเป็นเงินได้ ทรัพยากรดังกล่าวเป็นผล ของ เหตุการณ์ในอดีต ซึ่งกิจการคาดว่าจะได้รับประโยชน์เชิงเศรษฐกิจจากทรัพยากรนั้นในอนาคต

2.1.9 Digital Asset (สินทรัพย์ดิจิทัล) [10]

คือ "สิ่งที่มีมูลค่าและเราสามารถเป็นเจ้าของได้ แต่ไม่สามารถแตะต้องได้ทางกายภาพ" สิ่งเหล่านั้นถูกสร้างขึ้นในระบบดิจิทัล และเก็บไว้ในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อย่าง คอมพิวเตอร์ ฮาร์ดแวร์ แล็ปท็อป หรือ อุปกรณ์เก็บข้อมูลต่าง ๆ เป็นต้น

2.1.10 พินัยกรรม [11]

พินัยกรรม หมายถึง การแสดงเจตนากำหนดการเผื่อตายซึ่งให้มีผลบังคับได้เมื่อถึงแก่ความตาย หรือถ้าเป็นภาษาพูดก็ได้แก่คำสั่งเสียของผู้ตาย โดยในการทำพินัยกรรม กฎหมายกำหนดรูปแบบไว้ 5 แบบด้วยกัน ดังนี้

2.1.10.1 พินัยกรรมแบบธรรมดา ผู้ทำต้องทำเป็นหนังสือ คือการพิมพ์ข้อความพินัยกรรมลงในกระดาษ มากน้อยหรือจำนวนก็แผ่นก็ต้องแล้วแต่เนื้อหาหรือจำนวนทรัพย์สิน ลงวัน เดือน ปี ที่ทำให้ชัดเจน และผู้ทำต้องลงลายมือชื่อไว้ต่อหน้าพยานอย่างน้อย 2 คน และพยานต้องลงลายมือชื่อรับรองการทำพินัยกรรมในขณะทำด้วย

2.1.10.2 พินัยกรรมแบบเขียนเองทั้งฉบับ ผู้ทำพินัยกรรมจะทำเป็นเอกสารเขียนเองทั้งฉบับก็ได้ แต่ผู้ทำนั้นต้องเขียนพินัยกรรมนั้นด้วยลายมือตนเอง ลงวัน เดือน ปี ที่ทำ และที่สำคัญต้องลงลายมือชื่อผู้ทำด้วย กรณีนี้จะมีพยานมารับรู้การทำพินัยกรรมด้วยหรือไม่ก็ได้

2.1.10.3 พินัยกรรมแบบเอกสารฝ่ายเมือง เป็นแบบพินัยกรรมที่ต้องอาศัยกระบวนการโดยเฉพาะที่มีเจ้าหน้าที่รัฐเข้ามาเกี่ยวข้อง ผู้ทำพินัยกรรมต้องไปแจ้งความประสงค์โดยให้ถ้อยคำข้อความของตนแก่เจ้าพนักงานที่เขตหรืออำเภอพร้อมพยานอย่างน้อย 2 คน เจ้าพนักงานจะอ่านข้อความให้ผู้ทำพินัยกรรมและพยานฟัง เมื่อเห็นว่าถูกต้องครบถ้วนแล้ว ผู้ทำพินัยกรรมพร้อมพยานทั้งสองต้องลงลายมือชื่อไว้ ต่อจากนั้น เจ้าพนักงานจะลงลายมือชื่อ วัน เดือน ปี ที่ทำ พร้อมประทับตราตำแหน่ง

2.1.10.4 พินัยกรรมแบบเอกสารลับ ผู้ทำพินัยกรรมทำพินัยกรรมแล้วปิดผนึก และนำไปที่ทำการอำเภอหรือเขต ผู้ทำพินัยกรรมต้องลงลายมือชื่อและพยานอีกอย่างน้อย 2 คน และให้ถ้อยคำต่อบุคคลเหล่านั้นว่าเป็นพินัยกรรมของตน เจ้าหน้าที่จะบันทึกถ้อยคำลง วัน เดือน ปี ที่ทำพินัยกรรมแสดงไว้บนซองและประทับตราตำแหน่งไว้เป็นสำคัญโดยผู้ทำพินัยกรรม พยานและเจ้าหน้าที่ต้องลงลายมือชื่อไว้หน้าซองตรงที่ปิดผนึก

2.1.10.5 พินัยกรรมแบบทำด้วยวาจา กรณีมีพฤติการณ์พิเศษที่บุคคลไม่สามารถทำพินัยกรรมแบบอื่นที่กล่าวมาข้างต้น เช่น การตกอยู่ในภยันตรายใกล้ความตาย หรืออยู่ในระหว่างสงคราม หรือเกิดมีโรคระบาด เราสามารถทำพินัยกรรมแบบทำด้วยวาจาก็ได้ โดยผู้ทำพินัยกรรมต้องแสดงเจตนาทำพินัยกรรมต่อหน้าพยานอย่างน้อย 2 คนพร้อมกัน พยานต้องรับฟังข้อความนั้นแล้วไปแจ้งต่อทางราชการโดยเร็วที่สุด ทั้งยังต้องแจ้งวัน เดือน ปี สถานที่ทำพินัยกรรมและพฤติการณ์พิเศษนั้นด้วย เจ้าพนักงานต้องจดข้อความที่พยานแจ้งไว้ และพยาน 2 คนนั้นต้องลงลายมือชื่อไว้

ข้อจำกัดและข้อควรระวังในการทำพินัยกรรม

- 1 พินัยกรรมเป็นนิติกรรมที่ต้องทำตามแบบที่กำหนดเท่านั้น
- 2 ต้องเขียน วัน เดือน ปี ลงลายมือชื่อทั้งผู้ทำพินัยกรรมและผู้ที่เป็นพยาน
- 3 ผู้ที่เป็นพยานจะต้องไม่เป็นคู่เยาว์หรือผู้หย่อนความสามารถ และต้องไม่เป็นผู้มีส่วนได้เสียในกองมรดกนั้นด้วย
- 4 ผู้ทำพินัยกรรมต้องมีอายุ 15 ปีบริบูรณ์ขึ้นไป
- 5 พินัยกรรมควรแต่งตั้งผู้จัดการมรดกโดยสามารถระบุผู้ทำหน้าที่ผู้จัดการมรดกที่เจ้ามรดกไว้ใจลงในพินัยกรรมไปได้เลย
- 6 สิทธิ หน้าที่ และความรับผิดชอบ ก็สามารถกำหนดในพินัยกรรมได้

7 ทรัพย์สินที่ระบุในพินัยกรรมต้องเป็นทรัพย์สินหรือสิทธิของผู้ทำพินัยกรรมเท่านั้น ทั้งต้องแยกสินส่วนตัวออกจากสินสมรสด้วย

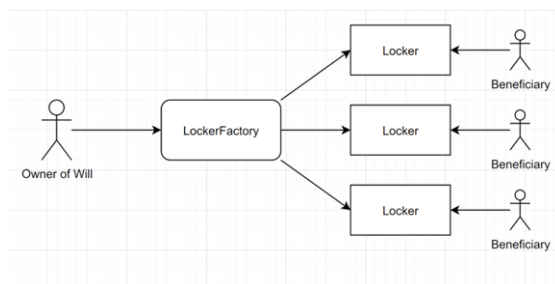
8 เงินประกันชีวิต เงินบำเหน็จตกทอด เงินมรดกตกทอด เงินฌาปนกิจสงเคราะห์ตกทอด ไม่อาจเป็นมรดกที่ระบุลงในพินัยกรรมได้ เพราะไม่ใช่ทรัพย์สินที่เจ้ามรดกมีอยู่ก่อนตาย

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในส่วนนี้เป็นการสรุปเนื้อหาโดยรวมของงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาโครงการงาน will on blockchain ที่มีการใช้งานในส่วน of digital asset คือ CryptoWill

2.2.1 CryptoWill [12]

โปรเจกต์ได้อธิบายวิธีการทำระบบ CryptoWill ด้วยการให้ user ทำการเลือกเหรียญที่ต้องการทำ Smart Contract ที่ต้องการส่งให้ทายาทและหลังจากนั้นตัวระบบจะทำการให้กำหนดเวลาของการ contract นี้จะส่งต่อเมื่อไหร่ อย่างเช่น ถ้าตั้ง 2 ปี ผู้ใช้งานจะต้องมาก่อนเวลาที่จะเกิด contract นี้ โดยรูปแบบของการทำจะมีวิธีการดำเนินการดังรูป



รูปที่ 2.2 ภาพแสดงหลักการทำงานของโปรเจก CryptoWill

โดยเจ้าของพินัยกรรมจะทำพินัยกรรมและจะเก็บสินทรัพย์ไว้ใน blockchain และหลังจากนั้นจะส่งต่อให้ทายาทไปเมื่อถึงเวลาของพินัยกรรม

2.3 เทคนิคและเทคโนโลยีที่ใช้

2.3.1 Ethereum Chain [3]

Ethereum คือแพลตฟอร์มบน Blockchain Network ที่ทำงานด้วย Smart Contract มีลักษณะแพลตฟอร์มเป็นรูปแบบ Decentralized Platform แบบ Open Source ทำให้นักพัฒนาสามารถเข้ามาพัฒนา แก้ไข หรือดัดแปลงโค้ดได้ทุกคน พร้อมทั้งกำหนดเงื่อนไขต่าง ๆ สำหรับนำไปใช้งานบน Blockchain โดยมี Smart Contract ดำเนินการและระบบจะทำงานตามเงื่อนไขโปรแกรมที่กำหนดมา ทำให้ผู้ใช้งาน Blockchain ของ Ethereum ทำธุรกรรมได้ โดยไม่ต้องผ่านตัวกลางอื่น

2.3.2 GitHub [13]

Git คือ Version Control ที่ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้ในระบบงานการพัฒนาซอฟต์แวร์ คือ ระบบที่ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้สำหรับการติดตาม ตรวจสอบ การพัฒนา แก้ไข Source Code ไฟล์ต่าง ๆ ในขั้นตอนการพัฒนา ที่สามารถตรวจสอบ ได้ทุกตัวอักษร ทุกบรรทัด ทุกไฟล์ที่มีการแก้ไข และยังมีคุณลักษณะที่สนับสนุนการทำงานแบบ Agile อีกด้วย จึงทำให้เราสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2.3.3 MetaMask [14]

MetaMask หรือ MetaMask Wallet กระเป๋าเงินสินทรัพย์ดิจิทัล เป็น Wallet สำหรับเก็บ Cryptocurrency บนระบบนิเวศของ Ethereum ทุกชนิด ในกลุ่ม ERC-20 ซึ่ง Metamask พัฒนาโดยบริษัท ConsenSys โดยมีผู้ก่อตั้งคือ Joseph Lubin เมื่อปี 2016 (Joseph Lubin ยังเป็นผู้ร่วมก่อตั้ง Ethereum และ เคยยังเคยเป็น Speaker ในงาน Techsauce Global Summit)

2.3.4 NestJS [15]

NestJS เป็น Framework สำหรับ Build Node.js ในฝั่ง Server-side Applications โดยสนับสนุนการทำงานแบบ

- TypeScript เต็มรูปแบบ
- OOP (Object Oriented Programming)
- FP (Functional Programming)
- FRP (Functional Reactive Programming)

2.3.5 Next.js [16]

Next.js คือ JavaScript webapps framework ถูกสร้างขึ้น on top จาก library ดัง ๆ อย่าง React, Webpack, และ Babel และมีจุดเด่นที่ server-side rendering ที่สามารถ render หน้าเว็บบน server แทนที่จะ render บน browser ได้ จึงทำให้ข้อมูลที่ส่งให้ฝั่ง client นั้นถูก render เสร็จเรียบร้อยแล้ว ทำให้ฝั่ง client สามารถนำไปแสดงผลได้ทันที

2.3.6 Solidity [17]

Solidity คือภาษาสำหรับการสร้าง Smart Contract เป็นภาษาที่ได้รับอิทธิพลมาจาก C ++, Python และ JavaScript ที่สำคัญเลยก็คือเป็นภาษานิดที่ statically typed และเป็นภาษาแบบ Object Oriented (OO) เพราะว่ามีคุณสมบัติของการสืบทอดและการทำ struct เป็นต้น

2.3.7 TypeScript [18]

TypeScript เป็นภาษาโปรแกรมที่รวมความสามารถที่ ES2015 เองมีอยู่ สิ่งที่เพิ่มขึ้นมาคือสนับสนุน Type System รวมถึงคุณสมบัติอื่นๆที่เพิ่มมากขึ้น เช่น Enum และความสามารถที่เพิ่มขึ้นของการโปรแกรมเชิงวัตถุ TypeScript นั้นเป็น transpiler เหมือน Babel นั้นหมายความว่าตัวแปลภาษาของ TypeScript จะแปลโค้ดที่เราเขียนให้เป็น JavaScript อีกทีนึง จึงมั่นใจได้ว่าผลลัพธ์สุดท้ายจะสามารถใช้งานได้บนเว็บเบราว์เซอร์ทั่วไป

2.3.8 Web3.js [19]

Web3.js เป็น JavaScript API ที่ทำให้ส่วนติดต่อผู้ใช้งานสามารถติดต่อและเรียกใช้ฟังก์ชันจากฝั่งของ Ethereum ได้ โดย Web3.js สามารถส่ง API ไปติดต่อกับฝั่ง Smart Contract ให้สร้าง Transaction สำหรับเรียกใช้ Methods หรือ Get ค่าตัวแปรต่างๆ บน Smart Contract ที่อยู่บน Ethereum Blockchain ได้

2.3.9 Truffle [20]

Truffle Suite เป็นเครื่องมือ Open source สำหรับพัฒนา Decentralized Application บน Blockchain ที่รองรับ Ethereum virtual machine นอกจากนี้ Truffle Suite ยังเป็น Development Environment, Testing Environment และ Asset Pipeline ที่มุ่งเน้น ให้การทำงานของนักพัฒนาซอฟต์แวร์ง่ายขึ้น และการใช้ Truffle Suite จะมี

- Build-in smart contract compiler
- Automated contract testing with Mocha and Chai
- Pipeline ที่สามารถปรับแต่งได้
- Scriptable deployment and migrations framework
- Network management for deploying to many public and private networks
- Interactive console for direct contract communication
- Instant rebuilding of assets during development
- External script runner that executes scripts within a Truffle environment

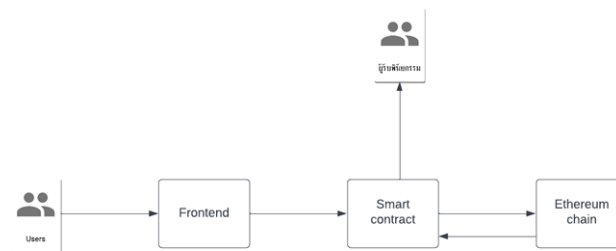
บทที่ 3 การออกแบบและวิธีการดำเนินงาน

เอกสารรายงานบทนี้จะกล่าวถึงระบบการทำงานของโครงการ รวมถึงแผนภาพต่าง ๆ ที่ใช้อธิบายการทำงานในส่วนต่าง ๆ ของระบบ การออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้งาน (User Interface) โดยอะแกรมของระบบ รวมถึงขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

3.1 ระบบการทำงาน

3.1.1 ภาพรวมของระบบ

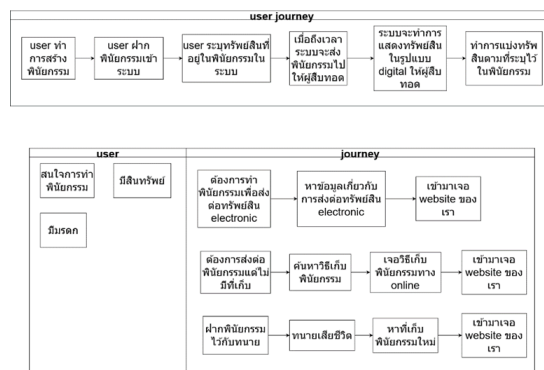
โดยภาพรวมของ Will Chain (Web application) จะประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลักดังนี้



รูปที่ 3.1 ภาพรวมแสดงการทำงานของระบบ

- ส่วนติดต่อผู้ใช้งานหรือ Frontend จะเป็นส่วนที่ผู้ใช้งานเห็น และใช้งาน
- Smart Contract จะเป็นส่วนที่ควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมด โดยที่ผู้ใช้งานจะเข้าใช้งานผ่านทาง Frontend และจะส่งชุดคำสั่งมาเพื่อที่จะสั่งให้ Smart Contract นั้นทำงาน และจะส่งข้อมูลไปเก็บใน Blockchain ต่อไป
- Ethereum chain สำหรับเก็บข้อมูลการใช้งานของผู้ใช้งาน

3.1.2 User Journey



รูปที่ 3.2 แสดง User Journey

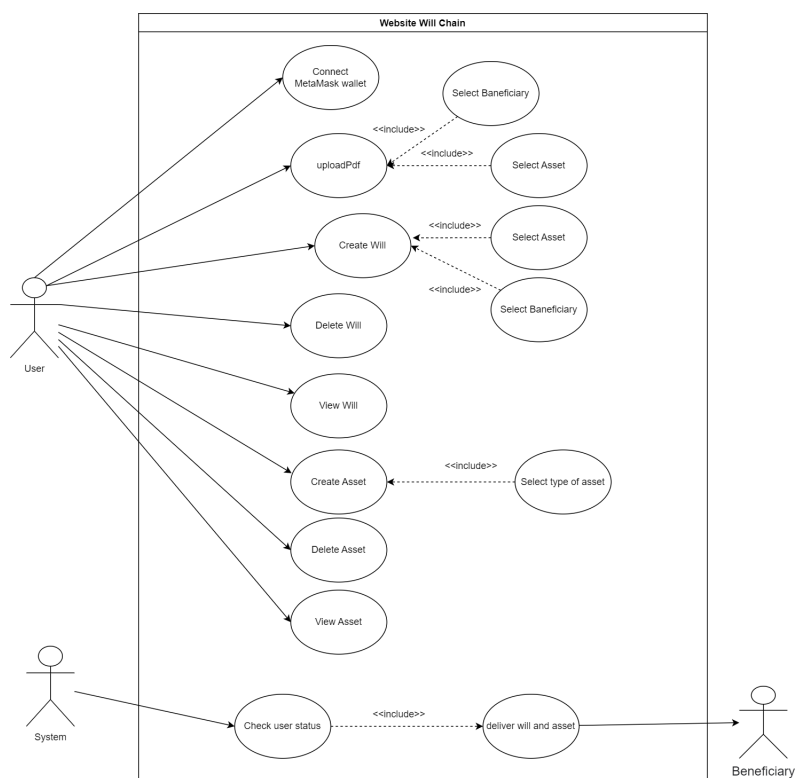
3.2 Cryptocurrency Wallet

ในการออกแบบระบบการทำงานของ Will Chain web application ได้เลือกใช้งาน Cryptocurrency Wallet ที่สามารถเชื่อมต่อกับ Ethereum chain ได้ เพื่อที่จะทำให้สามารถทดสอบ และใช้งานจริงได้บน Ethereum chain โดย Cryptocurrency Wallet โดยเลือกใช้เป็น Metamask Wallet

3.3 Diagram Unified Modelling Language (UML)

หลังจากได้เขียนความต้องการ และฟังก์ชันแล้ว จึงทำการออกแบบและเขียนแผนภาพไดอะแกรมต่าง ๆ เพื่อให้สามารถเข้าใจระบบการทำงานมากยิ่งขึ้น โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.3.1 แผนภาพ Use Case Diagram



รูปที่ 3.3 แสดงการทำงานของระบบทั้งหมด Use Case Diagram

จากรูปแสดง Use Case แสดงการทำงานของระบบทั้งหมดโดยจะมีผู้ใช้งาน (User) ที่ต้องการฝากพินัยกรรมไว้ในระบบทำการใช้งานระบบผ่าน platform ของ WOB โดยผู้ใช้งานจำเป็นต้องเชื่อมต่อกระเป๋าเงินอิเล็กทรอนิกส์ของ meta mask ก่อนหลังจากนั้นจึงจะสามารถ สร้าง,ลบหรือ upload พินัยกรรมพร้อมทั้งมีระบบจัดการทรัพย์สินที่ผู้ใช้แนบไว้พร้อมกับพินัยกรรม และจะมีระบบที่ทำการตรวจสอบสถานะของผู้ใช้งานพื้นที่จะทำการส่งผ่านพินัยกรรมไปยังผู้รับผลประโยชน์เมื่อถึงเวลา จากแผนภาพ Use Case Diagram ตามรูปที่สามารถอธิบายรายละเอียดการทำงานของแต่ละ Use Case ได้ดังต่อไปนี้ โดยจะกล่าวถึงในหัวข้อ Use Case Narrative ถัดไป

3.3.2 Use Case Narrative

3.3.2.1 Use Case Connect Wallet

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงรายละเอียดของ Use Case Connect MetaMask Wallet

Use Case Name:	Connect MetaMask wallet	
Actors:	User	
Pre-Condition:	User ต้องทำการสร้างกระเป๋าเงิน MetaMask	
Post-Condition:	กระเป๋าเงินเชื่อมต่อกับ platform	
Brief Description:	User	System
Flow of Event:	1.เลือกเมนู Connect Wallet 3.ยืนยันการเชื่อมต่อ MetaMask Wallet	2.รอผู้ใช้งานเลือก Account และยืนยันการเชื่อมต่อ 4.เชื่อมต่อ MetaMask Wallet กับ Platform
Exception:		

3.3.2.2 Use Case Upload Will

ตารางที่ 3.2 ตารางแสดงรายละเอียดของ Use Case Upload Will

Use Case Name:	Upload Will	
Actors:	User	
Pre-Condition:	User ต้องทำการเชื่อมบัญชีกับกระเป๋าเงิน meta mask	
Post-Condition:	พินัยกรรมถูกบันทึกเข้าระบบ	
Brief Description:	User	System
Flow of Event:	1.เลือกเมนู Upload Will 2.ยืนยันการ Upload พินัยกรรม	3.บันทึกพินัยกรรมเข้าสู่ระบบ
Exception:		

3.3.2.3 Use Case Create Will

ตารางที่ 3.3 ตารางแสดงรายละเอียดของ Use Case Create Will

Use Case Name:	Create Will	
Actors:	User	
Pre-Condition:	User ต้องทำการเชื่อมบัญชีกับกระเป๋าเงิน meta mask	
Post-Condition:	พินัยกรรมถูกบันทึกเข้าระบบ	
Brief Description:	User	System
Flow of Event:	1.เลือกเมนู Create Will 3.ยืนยันการสร้างพินัยกรรม	2.รอผู้ใช้งานทำการเขียนพินัยกรรมให้เสร็จ 4.บันทึกพินัยกรรมเข้าสู่ระบบ
Exception:		

3.3.2.4 Use Case Select Baneficiary

ตารางที่ 3.4 ตารางแสดงรายละเอียดของ Use Case Select Baneficiary

Use Case Name:	Create Will	
Actors:	User	
Pre-Condition:	User ต้องทำการเชื่อมบัญชีกับกระเป๋าเงิน meta mask	
Post-Condition:	พินัยกรรมถูกบันทึกเข้าระบบ	
Brief Description:	User	System
Flow of Event:	1.เลือกเมนู Create Will 3.ยืนยันการสร้างพินัยกรรม	2.รอผู้ใช้งานทำการเขียนพินัยกรรมให้เสร็จ 4.บันทึกพินัยกรรมเข้าสู่ระบบ
Exception:		

3.3.2.5 Use Case Select Asset

ตารางที่ 3.5 ตารางแสดงรายละเอียดของ Use Case Select Asset

Use Case Name:	Select Asset	
Actors:	User	
Pre-Condition:	User ต้องทำการสร้างพินัยกรรมให้เสร็จก่อนและต้องมีทรัพย์สินที่ถูกเพิ่มไว้ในระบบ	
Post-Condition:	พินัยกรรมถูกเชื่อมกับทรัพย์สินของ User	
Brief Description:	User	System
Flow of Event:	1.เลือกเมนู Select Asset 3.ยืนยันทรัพย์สินที่ทำการเชื่อมกับพินัยกรรม	2.ให้ User ทำการเลือกทรัพย์สินจากบัญชีของ user 4.บันทึกการเชื่อมทรัพย์สินเข้ากับพินัยกรรม
Exception:	User จะไม่สามารถผูก Real Asset กับพินัยกรรมที่ถูกสร้างขึ้นมานบน platform ได้ จำเป็นต้องผูกกับพินัยกรรมที่ถูก upload เข้ามาเท่านั้น	

3.3.2.6 Use Case Delete Will

ตารางที่ 3.6 ตารางแสดงรายละเอียดของ Use Case Delete Will

Use Case Name:	Delete Will	
Actors:	User	
Pre-Condition:	User ต้องมีพินัยกรรมที่ถูกสร้างไว้เรียบร้อยแล้ว	
Post-Condition:	พินัยกรรมถูกลบออกจากระบบ	
Brief Description:	User	System
Flow of Event:	1.เลือกเมนู Delete Will 3.เลือกพินัยกรรมที่อยู่ในระบบ 4.ลบพินัยกรรมในระบบ 5.ยืนยันการลบพินัยกรรมในระบบ	2.ระบบทำการแสดงพินัยกรรมที่ถูกบันทึกในระบบ 6. ทำการนำพินัยกรรมออกจากระบบ
Exception:		

3.3.2.7 Use Case View Will

ตารางที่ 3.7 ตารางแสดงรายละเอียดของ Use Case View Will

Use Case Name:	View Will	
Actors:	User	
Pre-Condition:	User ต้องมีพินัยกรรมที่ถูกสร้างไว้เรียบร้อยแล้ว	
Post-Condition:	ระบบทำการแสดงพินัยกรรมในระบบให้ User	
Brief Description:	User	System
Flow of Event:	1.เลือกเมนู View Will 3.เลือกพินัยกรรมที่อยู่ในระบบที่ต้องการดู	2.ระบบทำการแสดงพินัยกรรมที่ถูกบันทึกในระบบ 4.ทำการแสดงพินัยกรรมที่ User เลือก
Exception:		

3.3.2.8 Use Case Create Asset

ตารางที่ 3.8 ตารางแสดงรายละเอียดของ Use Case Create Asset

Use Case Name:	View Will	
Actors:	User	
Pre-Condition:	User ต้องมีพินัยกรรมที่ถูกสร้างไว้เรียบร้อยแล้ว	
Post-Condition:	ระบบทำการแสดงพินัยกรรมในระบบให้ User	
Brief Description:	User	System
Flow of Event:	1.เลือกเมนู View Will 3.เลือกพินัยกรรมที่อยู่ในระบบที่ต้องการดู	2.ระบบทำการแสดงพินัยกรรมที่ถูกบันทึกในระบบ 4.ทำการแสดงพินัยกรรมที่ User เลือก
Exception:		

3.3.2.9 Use Case Delete Asset

ตารางที่ 3.9 ตารางแสดงรายละเอียดของ Use Case Delete Asset

Use Case Name:	Delete Asset	
Actors:	User	
Pre-Condition:	User ต้องมีสินทรัพย์ที่ถูกบันทึกไว้ในกระเป๋าสเงิน	
Post-Condition:	สินทรัพย์ถูกลบออกจากกระเป๋าสเงิน	
Brief Description:	User	System
Flow of Event:	1.เลือกเมนู Delete Asset 3.เลือกสินทรัพย์และหลักฐานการเป็นเจ้าของที่อยู่ในระบบ 4.ลบสินทรัพย์และหลักฐานการเป็นเจ้าของในระบบ 5.ยืนยันการลบสินทรัพย์และหลักฐานการเป็นเจ้าของในระบบ	2.ระบบทำการแสดงสินทรัพย์ที่ถูกบันทึกในระบบ 6.ทำการนำสินทรัพย์และหลักฐานการเป็นเจ้าของออกจากระบบ
Exception:		

3.3.2.10 Use Case View Asset

ตารางที่ 3.10 ตารางแสดงรายละเอียดของ Use Case View Asset

Use Case Name:	View Asset	
Actors:	User	
Pre-Condition:	User ต้องมีสินทรัพย์ที่ถูกบันทึกไว้ในกระเป๋าสตางค์	
Post-Condition:	ระบบทำการแสดงสินทรัพย์ที่ถูกบันทึกไว้ในกระเป๋าสตางค์ให้ User	
Brief Description:	User	System
Flow of Event:	1.เลือกเมนู View Asset 3.เลือกสินทรัพย์ที่ถูกบันทึกไว้ในกระเป๋าสตางค์ที่ต้องการดู	2.ระบบทำการสินทรัพย์ที่ถูกบันทึกไว้ในกระเป๋าสตางค์ 4.ทำการแสดงสินทรัพย์ที่ถูกบันทึกไว้และหลักฐานการเป็นเจ้าของสินทรัพย์นั้นให้ User
Exception:		

3.3.2.11 Use Case Check User Status

ตารางที่ 3.11 ตารางแสดงรายละเอียดของ Use Case Check User Status

Use Case Name:	Check user status	
Actors:	System	
Pre-Condition:	ระบบต้องทำการเชื่อมต่อ API กับเว็บไซต์กรมการปกครอง	
Post-Condition:	ระบบทำการตรวจสอบสถานะของ User	
Brief Description:	User	System
Flow of Event:		1.ระบบทำการตรวจสอบสถานะของ User จากข้อมูลของกรมการปกครอง 2.ทำการบันทึกสถานะของ User ไว้ในระบบ
Exception:		

3.3.2.12 Use Case Deliver Will And Asset

ตารางที่ 3.12 ตารางแสดงรายละเอียดของ Use Case Deliver Will And asset

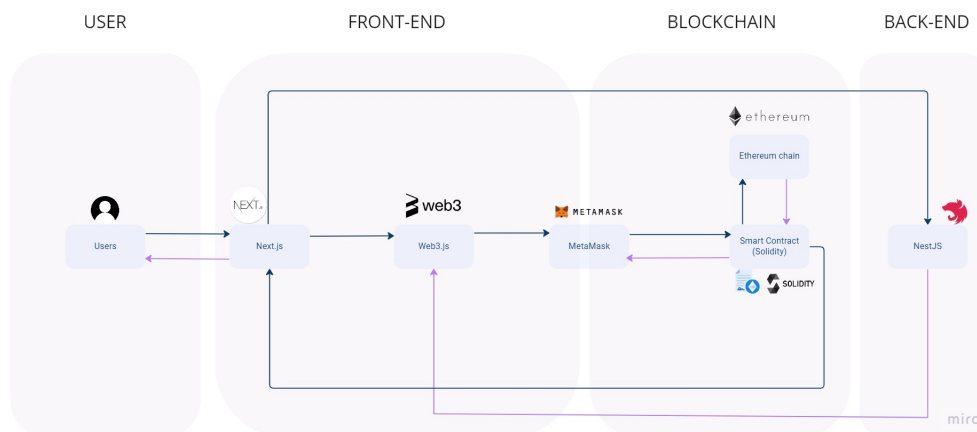
Use Case Name:	deliver will and asset	
Actors:	System	
Pre-Condition:	User ที่ทำการสร้างพินัยกรรมเสียชีวิต	
Post-Condition:	ผู้รับผลประโยชน์ได้รับพินัยกรรมและสินทรัพย์ที่ User ทำการบันทึกไว้	
Brief Description:	User	System
Flow of Event:		1.ระบบทำการตรวจสอบสถานะของ User จากข้อมูลของกรมการปกครอง 2.ระบบทำการยืนยันการเสียชีวิตของ User 3.ระบบทำการส่งพินัยกรรมและสินทรัพย์ที่ User ทำการบันทึกไว้ไปให้ผู้รับผลประโยชน์
Exception:		

3.3.3 Class Diagram

ตารางที่ 3.13 ตารางแสดงคำอธิบาย Class Diagram

ชื่อ Class	หน้าที่	ความสัมพันธ์
User	เก็บข้อมูลของผู้ใช้งาน - แสดงสินทรัพย์ที่ได้รับจากพินัยกรรม - กดรับสินทรัพย์ที่ได้รับจากพินัยกรรมที่ได้รับ - แสดงข้อมูลผู้ใช้งาน (เลขกระเป๋า MetaMask) - แสดงแจ้งเตือนเมื่อได้รับพินัยกรรม	- Service Contract
Service Contract	จัดการ Smart Contract ของระบบ - เช็สถานะการมีชีวิต - เช็สถานะพินัยกรรม - เช็สถานะสินทรัพย์ - เช็เจ้าของพินัยกรรม - เช็คนที่ได้รับพินัยกรรม	- Asset - Will - User
Asset	เก็บข้อมูลสินทรัพย์ - เพิ่มสินทรัพย์ - ลบสินทรัพย์ - แสดงสินทรัพย์ - เช็ชนิดของสินทรัพย์ - สร้าง NFT	- Real Asset - Digital Asset - Will - Service Contract
Real Asset	เก็บข้อมูลสินทรัพย์ในชีวิตจริง - อัปโหลด pdf - ลบ pdf - เช็จำนวน pdf - ดูชนิดของสินทรัพย์	Inheritance จาก class Asset
Digital Asset	เก็บข้อมูลสินทรัพย์ดิจิทัล - คำนวณจำนวนคงเหลือของสินทรัพย์ดิจิทัล	Inheritance จาก class Asset
Will	เก็บข้อมูลพินัยกรรม - เพิ่มพินัยกรรม - ลบพินัยกรรม - แสดงพินัยกรรม - เลือกสินทรัพย์ - ผูกพินัยกรรมกับสินทรัพย์ - เช็ชนิดของพินัยกรรม - สร้าง NFT - อัปโหลด pdf - ลบ pdf - เช็จำนวน pdf	- Asset - Service Contract

3.3.4 System Architecture Diagram



รูปที่ 3.4 แสดงภาพออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบ Will Chain

ระบบของ Will Chain มีส่วนติดต่อกับระบบอื่น ๆ แยกตามประเภทดังนี้

Actor ของระบบ

- User เป็นบุคคลที่ต้องการทำธุรกรรมของ Will Chain

Front-end ของระบบ

- Next.js จะทำหน้าที่แสดงผล UI ของเว็บไซต์ Will Chain ในการทำธุรกรรมต่าง ๆ
- Web3.js จะทำหน้าที่ interact กับ method ต่าง ๆ ใน smart contract
- MetaMask จะทำหน้าที่เป็นตัว wallet สำหรับเก็บทรัพย์สินของเราและยังทำหน้าที่เป็นตัว login สำหรับใช้งานในระบบ

Blockchain ของระบบ

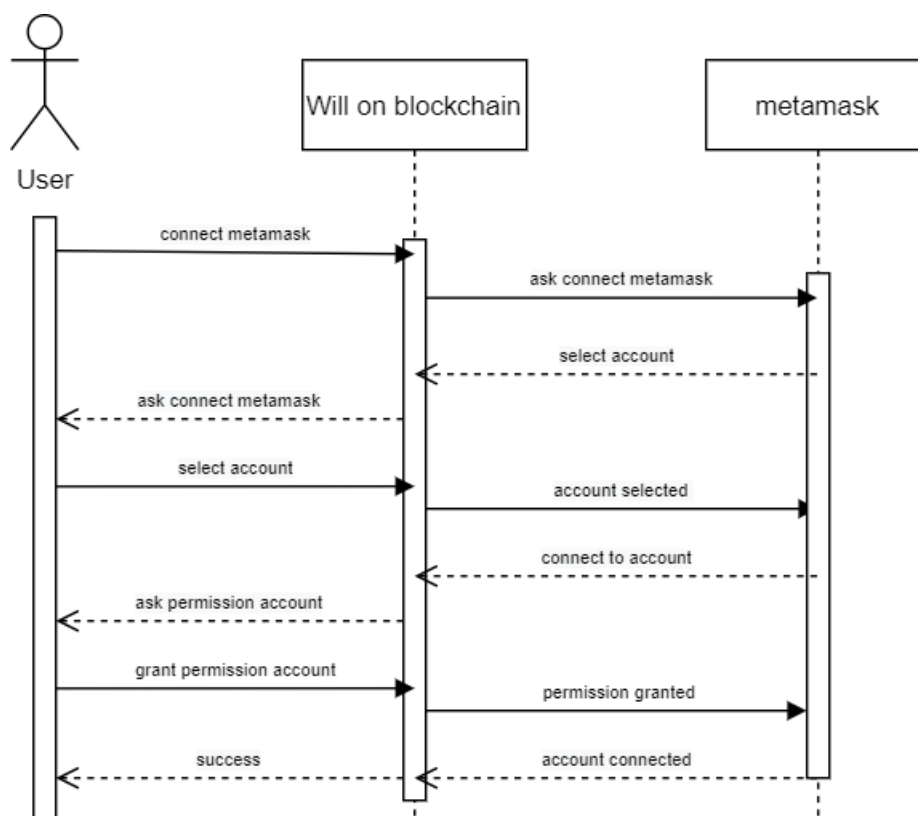
- Smart contract จะทำหน้าที่คอยจัดการ transaction ภายใน Ethereum chain
- Ethereum chain จะทำหน้าที่เก็บข้อมูล transaction และการทำธุรกรรมต่าง ๆ ของระบบ

3.3.5 Sequence Diagram

3.3.5.1 Connect MetaMask

ตารางที่ 3.14 ตารางแสดงรายละเอียดของ Connect MetaMask Sequence Diagram

Sequence Name:	Connect MetaMask
Actors:	User
Pre-Condition:	User จะต้องทำการ Connect MetaMask เพื่อเป็นการ login ใช้งานระบบ



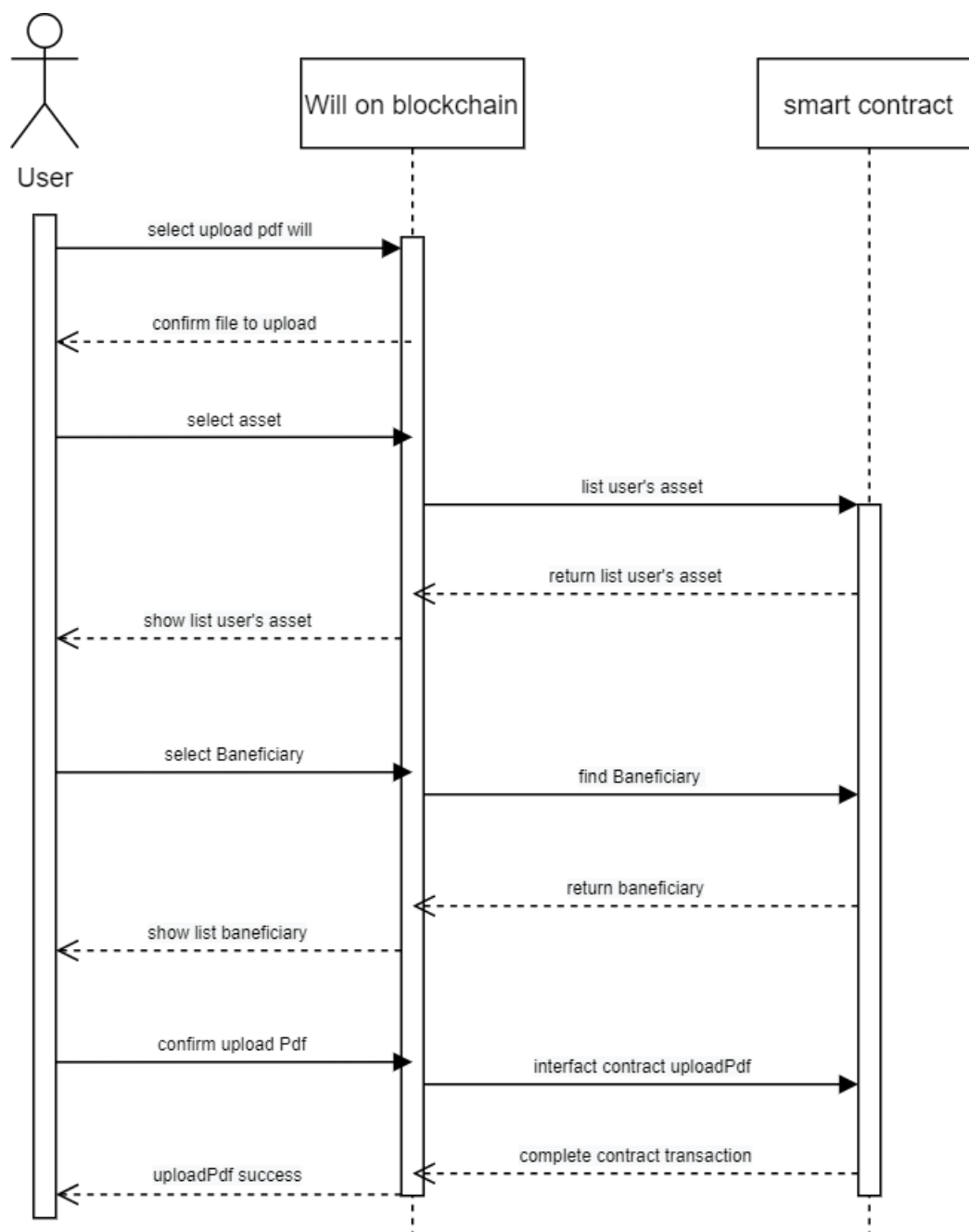
รูปที่ 3.5 แสดง Connect MetaMask Sequence Diagram

จากรูป จะเห็นได้ว่าเมื่อผู้ใช้งานทำงาน Connect MetaMask แล้วทางระบบของ Will Chain จะไปเรียกใช้ MetaMask ที่ทำการติดตั้งไว้ใน Web browser ที่ทำการใช้งานอยู่เพื่อให้เลือก Account ที่ต้องการทำการเชื่อมต่อ Will on Blockchain ซึ่งหลังจากทำการเลือก Account ที่ต้องการทำการเชื่อมต่อแล้วนั้นทาง Metamask จะให้ถามหา Permission ว่าให้ทำการเชื่อม Account นี้ กับ Will on Blockchain ใช่หรือไม่และหลังจากทำการอนุญาตให้ทำการเชื่อมต่อแล้วจะเสร็จสิ้นการเชื่อม MetaMask กับ Will on Blockchain

3.3.5.2 Upload Pdf Will

ตารางที่ 3.15 ตารางแสดงรายละเอียดของ Upload Pdf Will Sequence Diagram

Sequence Name:	Upload Pdf Will
Actors:	User
Pre-Condition	User จะทำการ Upload Pdf ที่เป็นการเขียนพินัยกรรมด้วยลายมือ



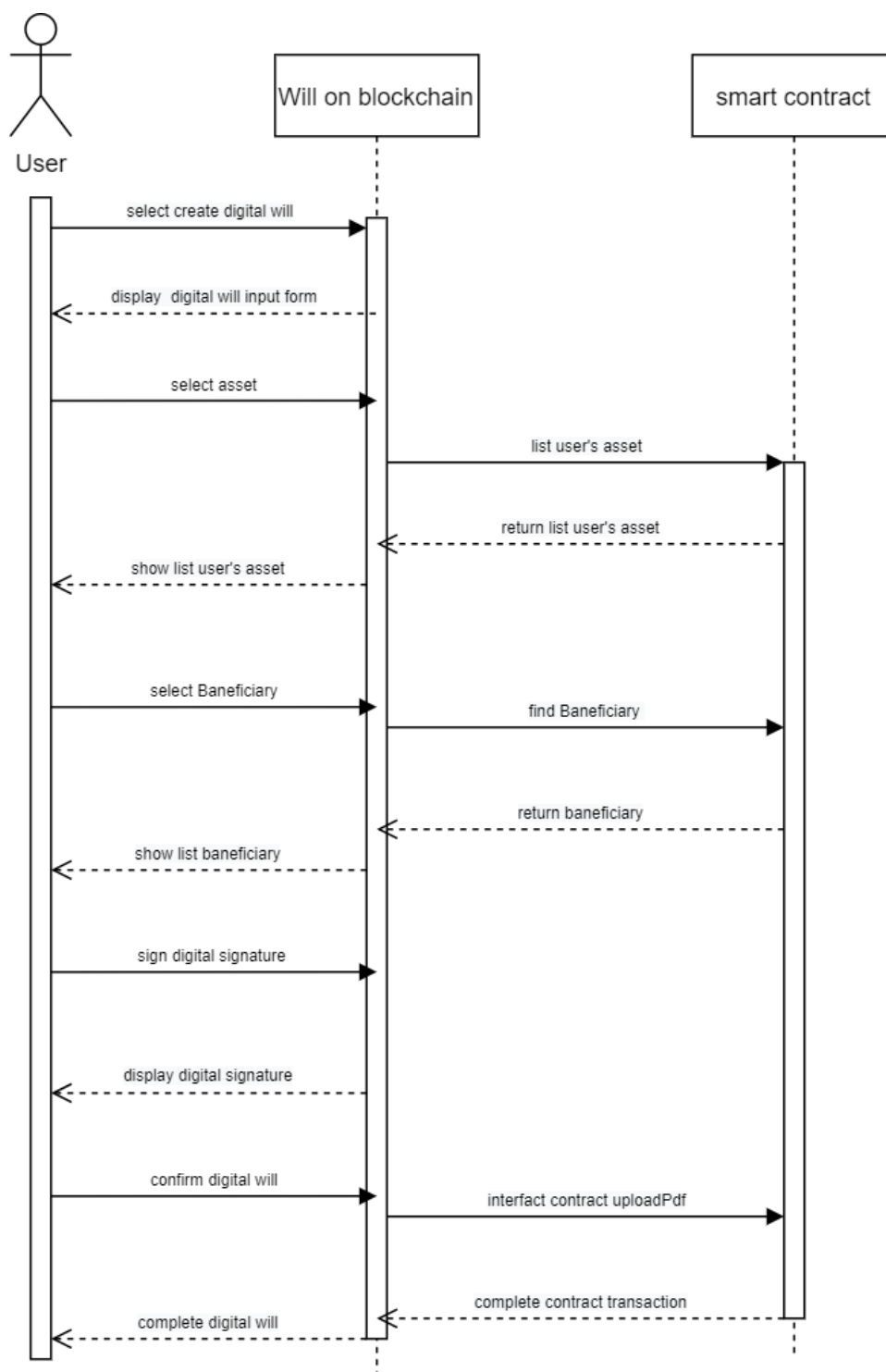
รูปที่ 3.6 แสดง Upload Pdf Will Sequence Diagram

จากรูป ผู้ใช้เลือกใช้งาน Upload พินัยกรรมที่เขียนด้วยมือระบบจะแสดงฟอร์มที่ใช้สำหรับการ upload โดยหลังจากนั้นจะต้องทำการเลือกสินทรัพย์ที่จะทำการถ่ายทอดไปยังทายาท โดยจะแสดงสินทรัพย์ที่ทำการผูกไว้กับ Smart Contract และหลังจากนั้นจะทำการแสดงผลสินทรัพย์ของ user โดยต่อมาจะทำการเลือกทายาทที่รับผลประโยชน์โดยจะแสดงลิสของทายาทจากการที่ user ทำการเพิ่มไว้ในระบบหลังจากนั้นจึงทำการ upload ไฟล์พินัยกรรมที่เขียนด้วยมือและหลังจาก contract success จะแสดง upload สำเร็จ

3.3.5.3 Create Will

ตารางที่ 3.16 ตารางแสดงรายละเอียดของ Create Will Sequence Diagram

Sequence Name:	Create Will
Actors:	User
Pre-Condition	User จะทำการ Create Will ที่เป็นการเขียนพินัยกรรมผ่านเว็บไซต์



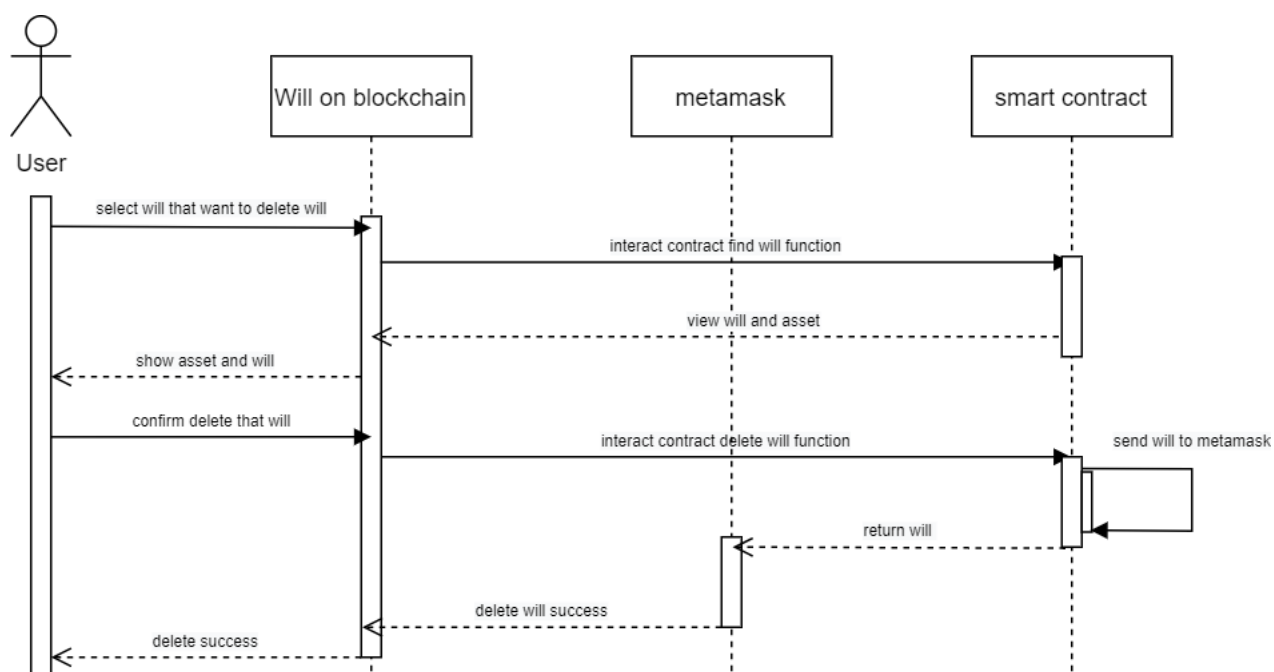
รูปที่ 3.7 แสดง Create Will Sequence Diagram

จากรูป ผู้ใช้เลือกใช้งาน Create Will จะแสดงหน้าจะแสดงฟอร์มสำหรับการทำพินัยกรรมผ่านระบบ ระบบจะให้เลือกสินทรัพย์ดิจิทัลที่ user ทำการเชื่อมต่อไว้กับ Smart Contract โดยหลังจากนั้นจะทำการลิสต์ที่เชื่อมต่อไว้และหลังจากนั้นก็จะทำการเลือกทายาทที่จะรับสินทรัพย์นี้ โดยจะแสดงเป็นลิสต์ของทายาทระบบจะทำการเซ็นสัญญาดิจิทัลเพื่อที่จะเป็นการทำงานคล้ายพินัยกรรมจริง ๆ สุดท้ายระบบจะทำการ confirm เพื่อเป็นการเสร็จการทำพินัยกรรมในระบบ

3.3.5.4 Delete Will

ตารางที่ 3.17 ตารางแสดงรายละเอียดของ Delete Will Sequence Diagram

Sequence Name:	Delete Will
Actors:	User
Pre-Condition	User ต้องการที่จะลบพินัยกรรมที่เขียน



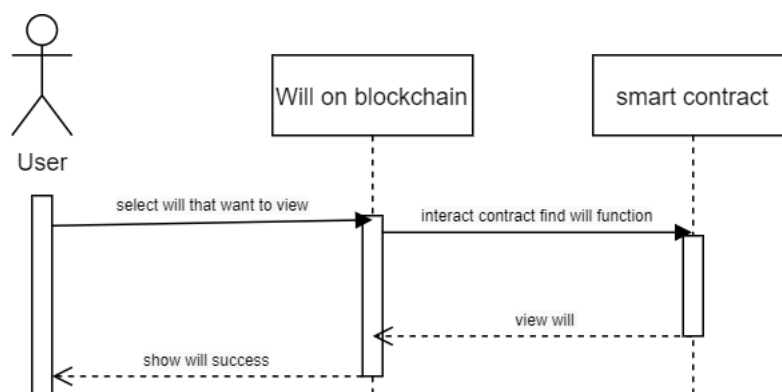
รูปที่ 3.8 แสดง Delete Will Sequence Diagram

จากรูป ผู้ใช้ต้องการทำการลบ พินัยกรรมที่มีอยู่ในระบบ โดยระบบจะทำการหาพินัยกรรมที่การที่จะลบภายใน blockchain โดยระบบจะแสดงสินทรัพย์ที่ทำการเชื่อมต่อไว้กับพินัยกรรมและหลังจากนั้นผู้ใช้ทำการยืนยันว่าจะลบระบบจะทำการลบพินัยกรรมที่เชื่อมไว้กับ Smart Contract โดยหลังจากนั้นจะทำการส่งพินัยกรรมที่มีสินทรัพย์อยู่ด้วยไปที่ MetaMask โดยหลังจากที่ MetaMask ได้รับสินทรัพย์จะแสดงเตือนไปที่ผู้ใช่ว่าลบพินัยกรรมสำเร็จ

3.3.5.5 View Will

ตารางที่ 3.18 ตารางแสดงรายละเอียดของ View Will Sequence Diagram

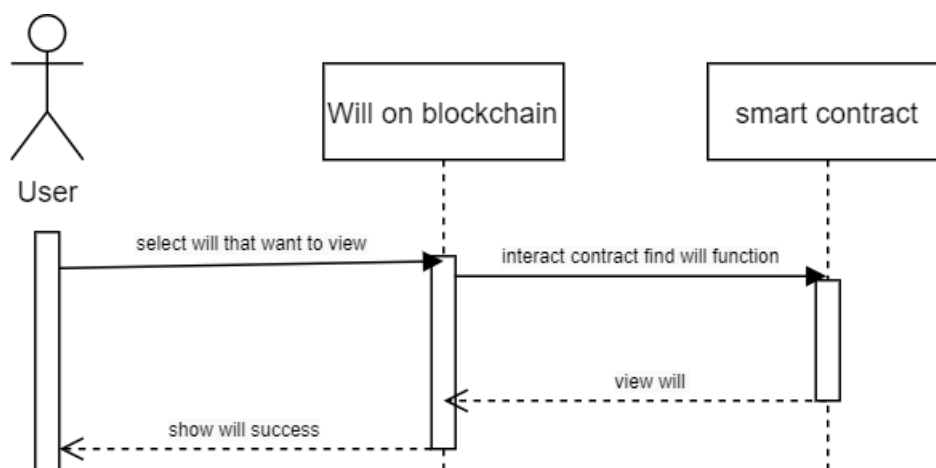
Sequence Name:	View Will
Actors:	User
Pre-Condition	User ต้องการดูรายละเอียดพินัยกรรมที่เขียน



รูปที่ 3.9 แสดง View Will Sequence Diagram

จากรูป ผู้ใช้ทำการเลือกพินัยกรรมที่ต้องการจะแสดงโดยจะทำการเรียกใช้ฟังก์ชันเพื่อหาพินัยกรรมโดยหลังจากที่ Smart Contract ส่งข้อมูลของพินัยกรรมมา ตัวระบบจะทำการแสดงรายละเอียดพินัยกรรม

3.3.5.6 View Real Asset



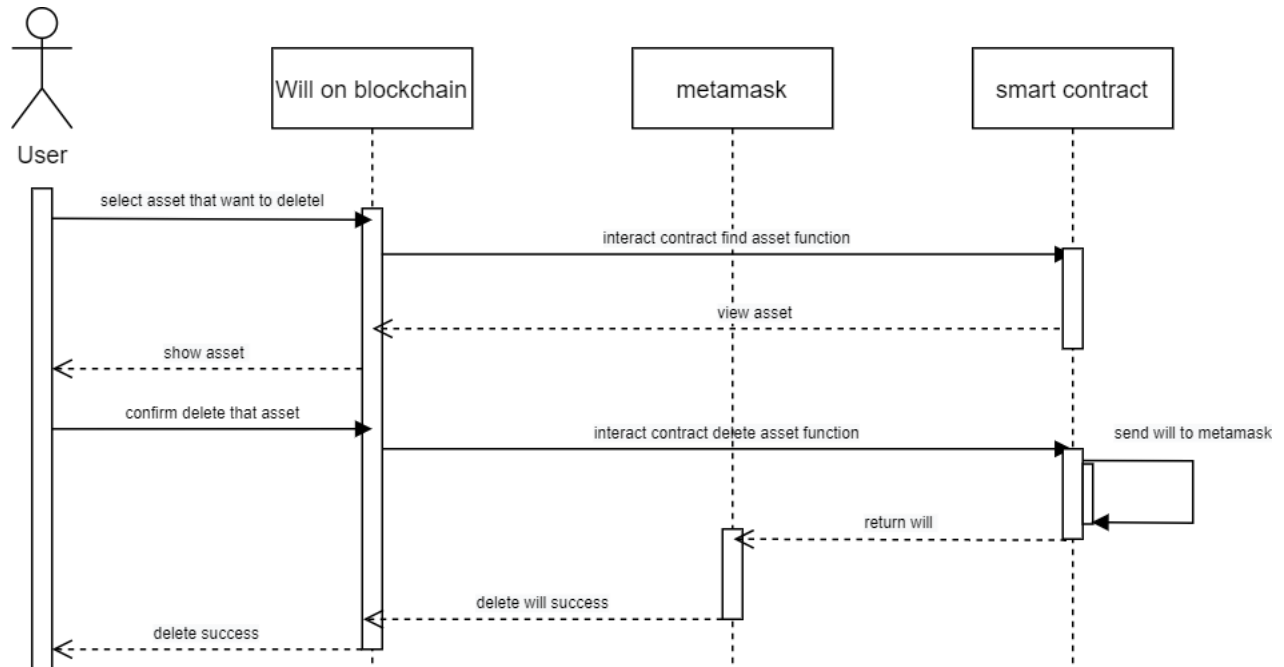
รูปที่ 3.10 แสดง View Asset Sequence Diagram

ตารางที่ 3.19 ตารางแสดงรายละเอียดของ View Asset Sequence Diagram

Sequence Name:	View Real Asset
Actors:	User
Pre-Condition	User ต้องการดูสินทรัพย์ที่เชื่อมต่อ Smart Contract

จากรูป ผู้ใช้ต้องการดูสินทรัพย์ที่เชื่อมอยู่ Smart Contract โดยจะทำการเรียกใช้ฟังก์ชันเพื่อหาพินัยกรรมโดยหลังจากที่ Smart Contract ส่งข้อมูลของสินทรัพย์มา ตัวระบบจะทำการแสดงรายละเอียดสินทรัพย์นั้น

3.3.5.7 Delete Asset



รูปที่ 3.11 แสดง Delete Asset Sequence Diagram

ตารางที่ 3.20 ตารางแสดงรายละเอียดของ Delete Asset Sequence Diagram

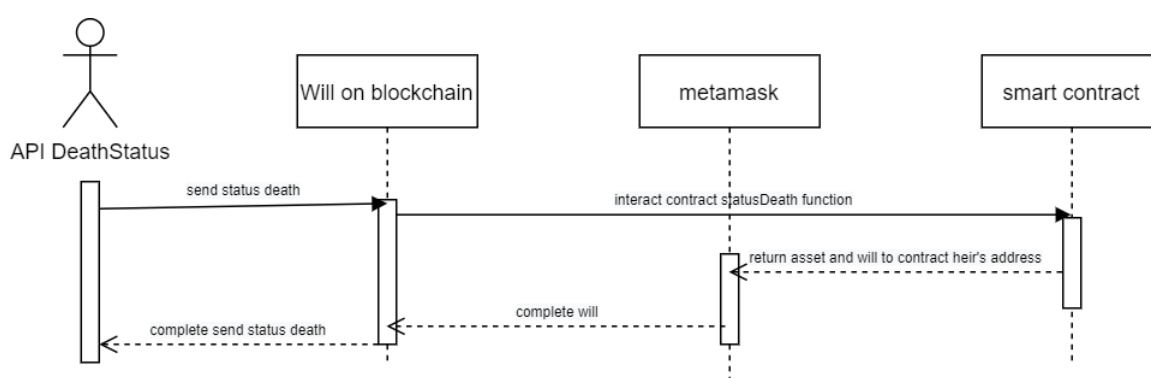
Sequence Name:	Delete Asset
Actors:	User
Pre-Condition	User ต้องการที่จะลบสินทรัพย์ที่เชื่อมอยู่กับ smart contract

จากรูป ผู้ใช้ต้องการที่จะลบสินทรัพย์ โดยจะทำการเรียกใช้ฟังก์ชันเพื่อหาพินัยกรรมโดยหลังจากที่ Smart Contract ส่งข้อมูลของสินทรัพย์มา ตัวระบบจะทำการแสดงรายละเอียดสินทรัพย์นั้นและระบบจะทำการให้ยืนยันการลบสินทรัพย์ออกจาก smart contract และหลังจากนั้นสินทรัพย์จะถูกโอนไปที่ MetaMask ของผู้ใช้และหลังจากนั้นจะแสดงการลบสำเร็จ

3.3.5.8 Check Status Death

ตารางที่ 3.21 ตารางแสดงรายละเอียดของ Check Status Death Sequence Diagram

Sequence Name:	Check status Death
Actors:	API Death Status
Pre-Condition	API จะทำหน้าที่ส่งข้อมูลว่า User เสียชีวิตหรือไม่



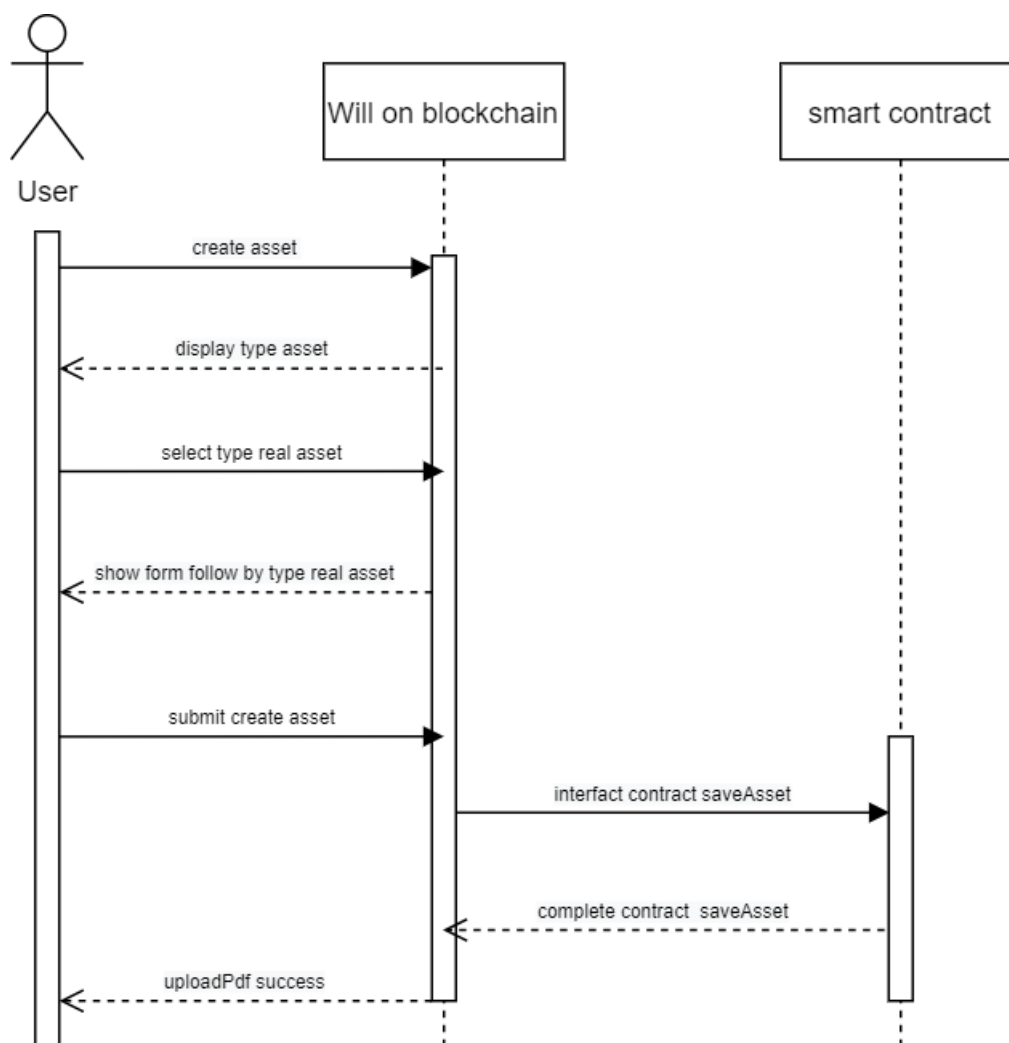
รูปที่ 3.12 แสดง Check Status Death Sequence Diagram

จากรูป API Death Status จะทำการส่งสถานะการเสียชีวิตไปที่ระบบ will on blockchain หลังจากนั้นจะส่งไปที่ Smart Contract โดยถ้าสถานะเป็นจริง จะทำการส่งสินทรัพย์และพินัยกรรมไปที่กระเป๋าสินทรัพย์ของทายาท

3.3.5.9 Create Real Asset

ตารางที่ 3.22 ตารางแสดงรายละเอียดของ Create Real Asset Sequence Diagram

Sequence Name:	Create Real Asset
Actors:	User
Pre-Condition	User จะทำการสร้างสินทรัพย์ประเภท Real Asset เชื่อมกับ Smart Contract



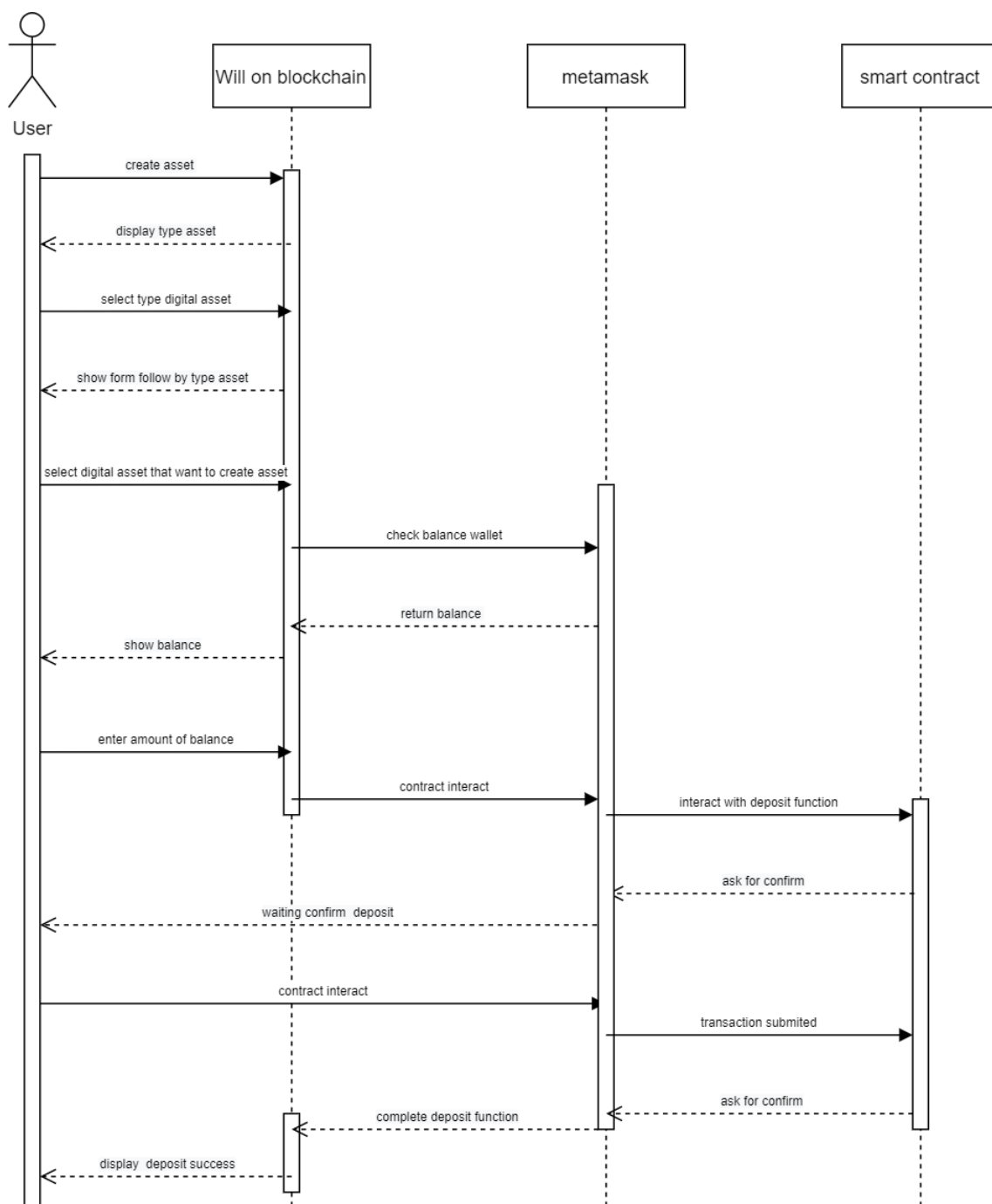
รูปที่ 3.13 แสดง Create Real Asset Sequence Diagram

จากรูป ผู้ใช้งานต้องการที่จะเพิ่มสินทรัพย์ประเภทที่จับต้องได้้อยู่จริง ระบบจะทำการแสดงประเภทของสินทรัพย์โดยผู้ใช้งานเลือกประเภทและจะทำการกรอกข้อมูลสินทรัพย์ตามประเภทของสินทรัพย์ที่เลือกหลังจากกรอกเสร็จสิ้นจะทำการ submit เพื่อยืนยันว่าจะเก็บพินัยกรรมไว้ที่ blockchain

3.3.5.10 Create Digital

ตารางที่ 3.23 ตารางแสดงรายละเอียดของ Create Digital Asset Sequence Diagram

Sequence Name:	Create Digital Asset
Actors:	User
Pre-Condition	User จะทำการสร้างสินทรัพย์ประเภท Digital Asset เชื่อมกับ Smart Contract



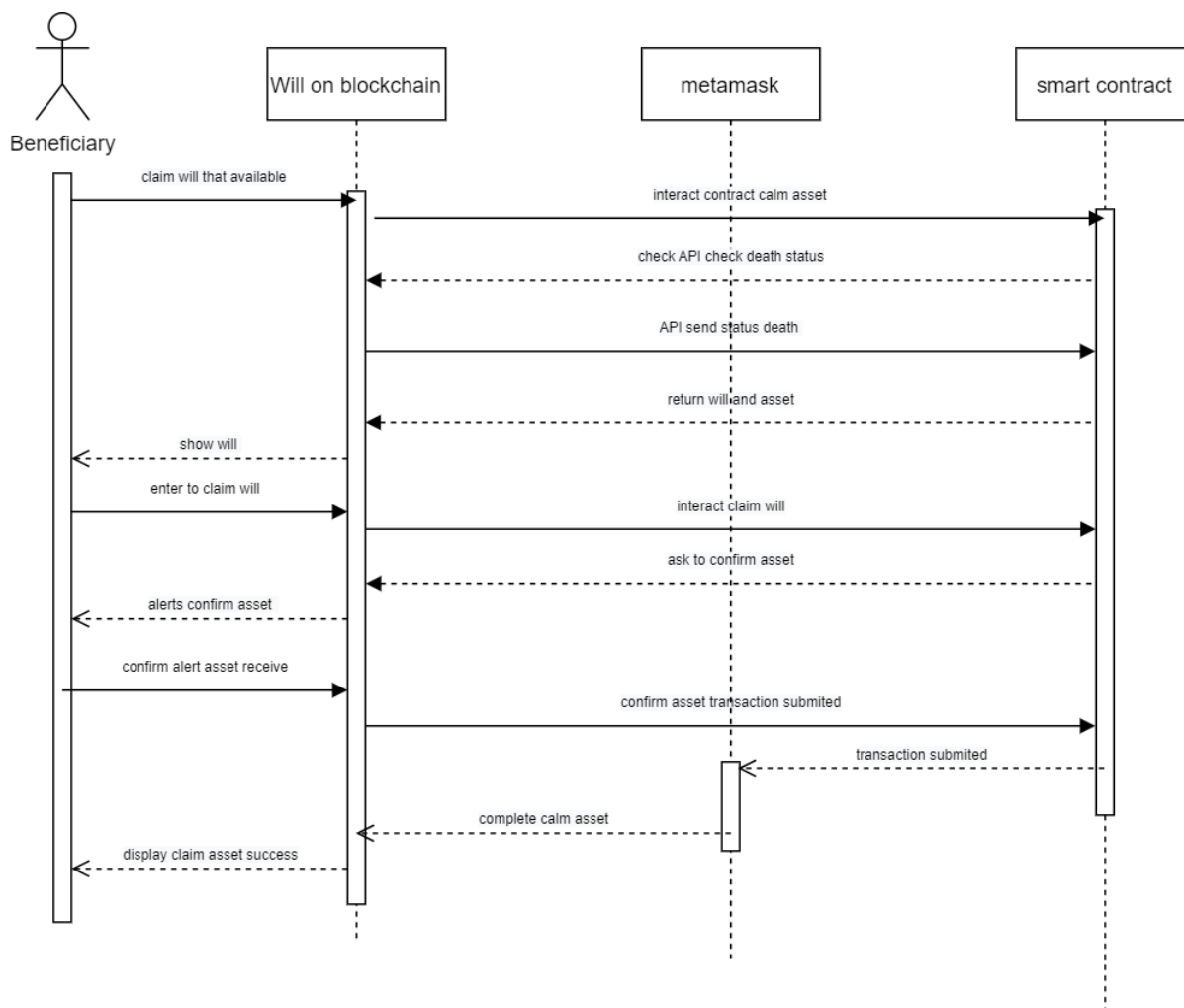
รูปที่ 3.14 แสดง Create Digital Asset Sequence Diagram

จากรูป ผู้ใช้จะสร้างสินทรัพย์ประเภทดิจิทัล ระบบ Will on blockchain จะแสดงประเภทของสินทรัพย์ดิจิทัล ผู้ใช้จะทำการเลือกประเภทของสินทรัพย์ โดยระบบจะแสดงฟอร์มสำหรับการสร้างสินทรัพย์ดิจิทัลหลังจากเลือกประเภทเหรียญก็จะทำการใส่สินทรัพย์ที่เหลืออยู่ และจึงจะทำการเก็บไว้ที่ blockchain โดยหลังจากยืนยันระบบจะแสดงว่าทำการสร้างสินทรัพย์ดิจิทัลเสร็จสิ้น

3.3.5.11 Claim Asset

ตารางที่ 3.24 ตารางแสดงรายละเอียดของ Claim Asset Sequence Diagram

Sequence Name:	Claim Asset
Actors:	Beneficiary
Pre-Condition	ทายาทจะทำการรับสินทรัพย์ที่ได้รับจากการเขียนพินัยกรรม



รูปที่ 3.15 แสดง Claim Asset Sequence Diagram

จากรูป ทายาทจะรับสินทรัพย์ที่ได้รับจากการเขียนพินัยกรรมโดยจะทำการเช็คไปที่ Smart Contract ถ้า API check status death ส่งสถานะมาว่าเสียชีวิต ระบบจะทำการแสดงพินัยกรรม ต่อมาผู้ใช้จะทำการ enter เพื่อที่จะทำการรับพินัยกรรมหลังจากนั้น Smart Contract ส่งแจ้งเตือนว่าให้ทำการยืนยันอีกรอบเพื่อที่ระบบจะทำการนำสินทรัพย์ไปเก็บไว้ที่ MetaMask ของผู้ใช้หลังจากทำรายการรับสินทรัพย์เสร็จแล้วระบบจะแสดงผลพัที่รับสินทรัพย์เสร็จสิ้น

3.4 ส่วนติดต่อผู้ใช้งาน (User Interface)

การออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้งาน โดยการออกแบบ Will Chain ได้คำนึงถึงการใช้งานของผู้ใช้งาน

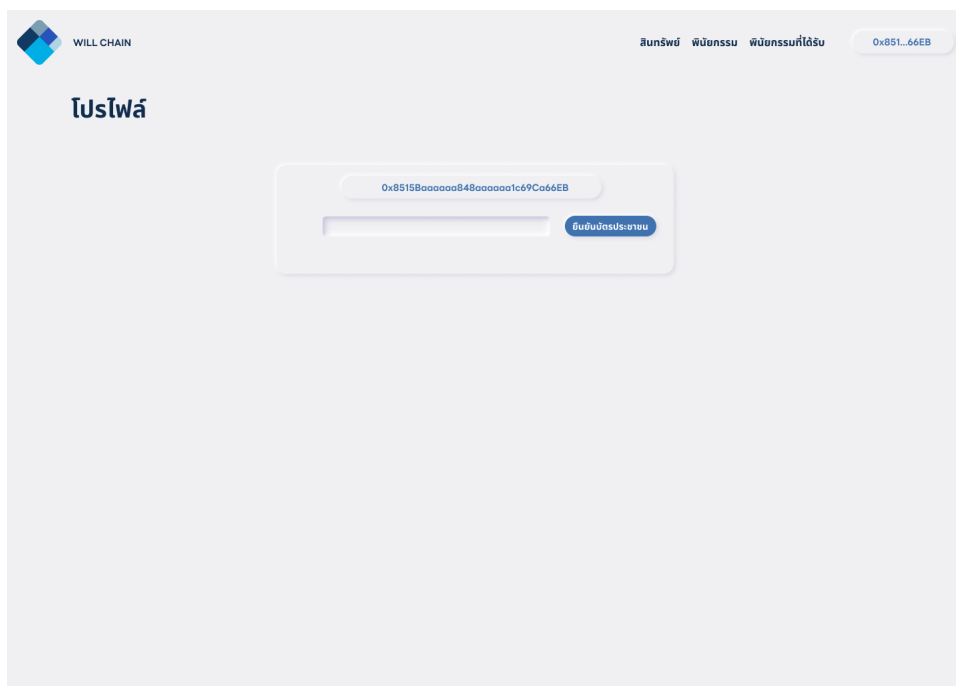
3.4.0.1 หน้าแรก



รูปที่ 3.16 หน้าแรก

จากรูปเป็นหน้าแรกของแพลตฟอร์ม Web application Will chain ที่ยังไม่ได้ทำการเข้าสู่ระบบ โดยจะประกอบไปด้วย Concept ของแพลตฟอร์ม รวมไปถึงการเข้าถึงคู่มือการใช้งาน และยังสามารถที่ป้อนขบวนเพื่อเข้าใช้งานด้วย MetaMask Wallet

3.4.0.2 หน้าโปรไฟล์



รูปที่ 3.17 หน้าโปรไฟล์

จากรูปเป็นหน้าโปรไฟล์ที่เมื่อกดปุ่มที่แสดงเลข Public key ทางด้านขวาบน จะเข้าสู่หน้าโปรไฟล์ ที่จะมีแสดงเลข Public key ของ MetaMask และมีช่องให้ใส่เลขบัตรประจำตัวประชาชน เพื่อยืนยันสำหรับการสืบทอดพินัยกรรม

3.4.0.3 หน้าสินทรัพย์ของคุณ

WILL CHAIN สินทรัพย์ พับยกรณ พับยกรณที่ได้รับ 0x851...66EB

สินทรัพย์ของคุณ

เพิ่มสินทรัพย์

สินทรัพย์

ลำดับ	ชื่อ	ชนิดสินทรัพย์	วันที่เพิ่ม	สถานะ	ลบสินทรัพย์	ดูข้อมูล
#10001	ธนาคารกรุง	เงินฝาก	1 กันยายน 2565	จับกับระบบ	ลบสินทรัพย์	ดูข้อมูล
#10002	บ้าน	รถ	1 กันยายน 2565	อยู่ในพบบรรณ #20001	ลบสินทรัพย์	ดูข้อมูล
#10003	บ้าน	บ้านพร้อมที่ดิน	1 กันยายน 2565	ส่งมอบให้ #10003	ลบสินทรัพย์	ดูข้อมูล

สินทรัพย์ดิจิทัล

ลำดับ	ชื่อ	จำนวนคงเหลือ	จำนวนคงเหลือในพบบรรณ	ชนิดสินทรัพย์	วันที่เพิ่ม	สถานะ	ดูข้อมูล
#11001	BTC	2.00 BTC	1.00 BTC	Cryptocurrency	1 กันยายน 2565	จับกับระบบ	ดูข้อมูล

รูปที่ 3.18 หน้าสินทรัพย์ของคุณ

จากรูปเป็นหน้าสินทรัพย์ ที่เมื่อกดที่เมนูสินทรัพย์ในแถบเมนูด้านบน จะเข้าสู่หน้านี้ โดยที่จะแสดงสินทรัพย์ และสินทรัพย์ดิจิทัล โดยในส่วนของสินทรัพย์สามารถที่จะแสดงรายละเอียดของสินทรัพย์ที่เคยเพิ่มเข้าไปในระบบ โดยจะแสดงข้อมูล อย่างเช่น ลำดับ ชื่อ ชนิด ข้อมูลสินทรัพย์ สถานะ เป็นต้น โดยที่จะสามารถกด “ดูข้อมูล” เพื่อดูรายละเอียดที่เพิ่มมากขึ้น และสามารถกด “ลบสินทรัพย์” เพื่อลบสินทรัพย์นั้น ๆ ต่อมาจะเป็นในส่วนของสินทรัพย์ดิจิทัล อย่างเช่น Cryptocurrency, NFT เป็นต้น ที่จะแสดงรายละเอียดของสินทรัพย์ดิจิทัลที่ดึงมาจาก MetaMask Wallet ตามในตาราง โดยจะแสดงข้อมูล อย่างเช่น ลำดับ ชื่อ จำนวนคงเหลือ ชนิด เป็นต้น และสามารถกดปุ่ม “ดูข้อมูล” เพื่อดูรายละเอียดเพิ่มเติมได้ และมีปุ่ม “เพิ่มสินทรัพย์” เพื่อไปยังหน้าของการเพิ่มสินทรัพย์

3.4.0.4 หน้าบันทึกสินทรัพย์

รูปที่ 3.19 หน้าบันทึกสินทรัพย์

จากรูปเป็นหน้าบันทึกสินทรัพย์ ที่หลังจากกดปุ่ม “เพิ่มสินทรัพย์” โดยในหน้านี้จะเป็นการบันทึกสินทรัพย์ในชีวิตจริง โดยที่จะมีช่องให้ระบุชื่อของสินทรัพย์ ชนิดของสินทรัพย์ อย่างเช่น โฉนดที่ดิน เล่มทะเบียนรถยนต์ เป็นต้น และช่องสุดท้ายคือการอัปโหลดไฟล์ เป็น pdf โดยที่จะมีตัวเลขกำกับด้านล่างว่า เป็นสินทรัพย์ชิ้นที่เท่าไรในการเพิ่ม และสามารถเครื่องหมาย “+” เพื่อเพิ่มฟอร์มในการเพิ่มสินทรัพย์ขึ้นถัดไปได้ โดยสามารถกดปุ่ม “บันทึกข้อมูล” เพื่อบันทึกข้อมูล และกดปุ่ม “ยกเลิก” เพื่อย้อนกลับไปหน้าแรกได้

3.4.0.5 หน้ารายชื่อคนรับมรดก

ลำดับ	ชื่อ	เลขประจำตัว MetaMask	พันธกรรมที่ได้รับ
#00001	นายสมศรี ศรีทอง	0x851...66EB	#20001, #20002
#00001	นายสมศรี ศรีทอง	0x851...66EB	#20001, #20002

รูปที่ 3.20 หน้าบันทึกสินทรัพย์

จากรูปเป็นหน้ารายชื่อคนรับมรดก ที่จะแสดงรายชื่อของคน que เพิ่มเข้ามาในระบบเพื่อรอการทำพินัยกรรมและสืบทอดต่อไปตามในตาราง โดยจะแสดง ลำดับ ชื่อ เลขกระเป๋า MetaMask Wallet และพินัยกรรมที่ได้รับ โดยที่สามารถกดปุ่ม “ลบรายชื่อ” เพื่อลบรายชื่อคนนั้นออกจากระบบ และสามารถเพิ่มรายชื่อได้ โดยการกดที่ปุ่ม “เพิ่มรายชื่อ”

3.4.0.6 หน้าพินัยกรรมของคุณ

รูปที่ 3.21 หน้าพินัยกรรมของคุณ

จากรูปเป็นหน้าพินัยกรรมของคุณ จากการกดที่เมนู “พินัยกรรม” ด้านบน โดยที่ในหน้านี้จะแสดงพินัยกรรมที่มีอยู่ในระบบของผู้ใช้คนนี้ โดยที่ใน 1 พินัยกรรม จะแสดงเลขฉบับที่ของพินัยกรรม สถานะของพินัยกรรม และสามารถกดปุ่ม “ดูพินัยกรรม” เพื่อดูพินัยกรรมที่เป็นไฟล์ pdf ฉบับจริงได้ โดยในตารางด้านล่างนั้นจะแสดงจำนวนผู้รับพินัยกรรมและรายชื่อของคน que รับพินัยกรรม ต่อมาคือแสดงสินทรัพย์ทั้งหมดที่อยู่ในพินัยกรรมฉบับนี้ และแสดงสินทรัพย์ สุดท้ายคือแสดงสินทรัพย์ดิจิทัลทั้งหมดในพินัยกรรมนั้น และแสดงชนิดของสินทรัพย์ดิจิทัล โดยที่สามารถกดที่ปุ่ม “ดูข้อมูล” เพื่อดูข้อมูลเพิ่มเติม และสามารถกดปุ่ม “ลบพินัยกรรม” เพื่อลบพินัยกรรมนั้นออกจากระบบได้

3.4.0.7 หน้าบันทึกพินัยกรรม

WILL CHAIN

สินทรัพย์ พินัยกรรณ พินัยกรรณที่ได้รับ 0x851...66EB

บันทึกพินัยกรรม

ชื่อพินัยกรรณ

อีเมล

คนที่ได้รับ

สินทรัพย์

สินทรัพย์ที่ได้รับ

สินทรัพย์ดิจิทัล

สินทรัพย์ดิจิทัลที่ได้รับ

ยกเลิก บันทึกข้อมูล

รูปที่ 3.22 บันทึกพินัยกรรม

Subtawee Nganrungrueng

Subtawee Nganrungrueng

Narongyot Soontharak

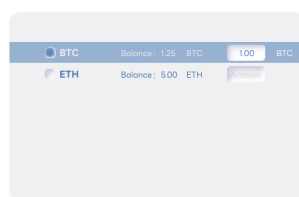
รูปที่ 3.23 drop down เลือกคนรับพินัยกรรม

#10001 บ้านเลขที่ 100

#10001 บ้านเลขที่ 100

#10001 บ้านเลขที่ 100

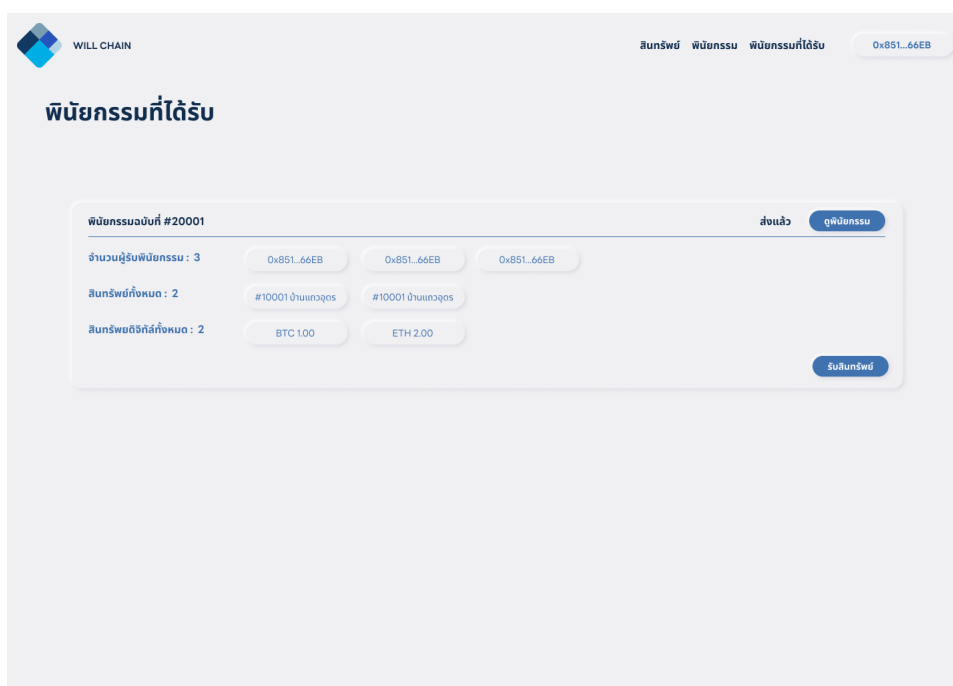
รูปที่ 3.24 drop down สินทรัพย์



รูปที่ 3.25 drop down สินทรัพย์ดิจิทัล

จากรูปเป็นหน้าบันทึกพินัยกรรม ที่จะสามารถบันทึกพินัยกรรมได้ที่หน้านี้ โดยจะเข้าหน้านี้นี้หลังจากกดที่ปุ่ม “เพิ่มพินัยกรรม” ในหน้าพินัยกรรมของคุณ โดยที่จะมีฟอร์มให้ระบุ 2 ส่วน ส่วนแรกคือในส่วนของพินัยกรรมที่จะให้ใส่ชื่อพินัยกรรม และอัปโหลดไฟล์พินัยกรรมฉบับจริงเป็นไฟล์ pdf ส่วนที่สองคือฟอร์มสำหรับสินทรัพย์โดยที่สามารถระบุผู้ที่ได้รับสินทรัพย์ โดยเป็น drop down มาให้เลือก ตามรูปที่ ... ต่อมาคือสามารถกดเลือกว่าจะเพิ่มสินทรัพย์ชนิดใด แล้วตัวฟอร์มจะเพิ่มมาตามชนิดสินทรัพย์ที่เลือกเอาไว้ โดยสำหรับสินทรัพย์ จะสามารถกดที่ drop down ตามรูปที่ ... เพื่อเลือกสินทรัพย์ได้ และสำหรับสินทรัพย์ดิจิทัลสามารถกดที่ drop down ตามรูปที่ ... เพื่อเลือกสินทรัพย์ดิจิทัลได้ และสามารถใส่จำนวนของสินทรัพย์ดิจิทัลได้ โดยที่จะมีตัวเลขแสดงด้านล่างเพื่อระบุว่าเป็นบุคคลที่เท่าไรที่ได้รับสินทรัพย์จากพินัยกรรมนั้น และสามารถเพิ่มคนถัดไปได้ โดยการกดปุ่ม “+” สุดท้ายคือสามารถกดปุ่ม “บันทึกข้อมูล” เพื่อเสร็จสิ้นการใส่ข้อมูล หรือกดปุ่ม “ยกเลิก” เพื่อยกเลิกการทำงาน และย้อนกลับไปที่หน้าหลัก

3.4.0.8 หน้าพินัยกรรมที่ได้รับ



รูปที่ 3.26 พินัยกรรมที่ได้รับ

จากรูปเป็นหน้าพินัยกรรมที่ได้รับ ที่หลังจากมีการส่งต่อพินัยกรรมเนื่องมาจากการเสียชีวิต ในหน้านี้นี้จะแสดงพินัยกรรมที่ได้รับ โดยที่สามารถกดปุ่ม “ดูพินัยกรรม” ที่จะสามารถดูพินัยกรรมที่เป็นฉบับจริงเป็น pdf ได้ และในตารางจะมีแสดงรายละเอียดของคนที่ได้รับสินทรัพย์ที่ได้รับ และสินทรัพย์ดิจิทัลที่ได้รับ และสามารถกดรับสินทรัพย์ทั้งหมดได้

3.4.1 ออกแบบการทดสอบ

ทดสอบด้วยการจำลองการใช้งานผ่าน platform โดยมี function ที่จะทดสอบดังนี้

3.4.1.1 Function connect MetaMask wallet สำหรับการเชื่อมต่อ wallet ของผู้ใช้งานเข้ากับ MetaMask เพื่อเตรียมพร้อมต่อการทดสอบ function อื่น ๆ

3.4.1.2 Function เกี่ยวกับการจัดการพินัยกรรมรวมถึงการเพิ่มผู้รับผลประโยชน์และสินทรัพย์

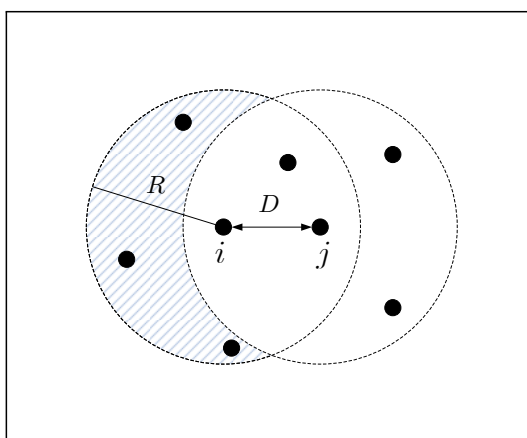
3.4.1.3 Function เกี่ยวกับการจัดการสินทรัพย์ที่ใช้ทำการลงทะเบียนไว้ในระบบ

3.4.1.4 Function การส่งพินัยกรรมและสินทรัพย์ไปให้ผู้รับมรดก

3.5 อัลกอริทึมในการประมวลผลข้อความ

3.5.1 อัลกอริทึม I

You can place the figure and refer to it as รูปที่ 3.27. The figure and table numbering will be run and updated automatically when you add/remove tables/figures from the document.



รูปที่ 3.27 The network model

3.5.2 อัลกอริทึม I

Add more subsections as you want.

3.6 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา

บทที่ 4 วิธีการดำเนินงาน

Explain the design (how you plan to implement your work) of your project. Adjust the section titles below to suit the types of your work. Detailed physical design like circuits and source codes should be placed in the appendix.

4.1 ข้อกำหนดและความต้องการของระบบ

4.2 สถาปัตยกรรมระบบ

ตารางที่ 4.1 test table x1

SYMBOL		UNIT
α	Test variable	m ²
λ	Interarrival rate	jobs/ second
μ	Service rate	jobs/ second

4.3 Hardware Module 1

4.3.1 Component 1

4.3.2 Logical Circuit Diagram

4.4 Hardware Module 2

4.4.1 Component 1

4.4.2 Component 2

4.5 Path Finding Algorithm

4.6 Database Design

4.7 UML Design

4.8 GUI Design

4.9 การออกแบบการทดลอง

4.9.1 ตัวชี้วัดและปัจจัยที่ศึกษา

4.9.2 รูปแบบการเก็บข้อมูล

บทที่ 5 ผลการดำเนินงาน

You can title this chapter as **Preliminary Results** ผลการดำเนินงานเบื้องต้น or **Work Progress** ความก้าวหน้าโครงการ for the progress reports. Present implementation or experimental results here and discuss them. ใส่เฉพาะหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับงานที่ทำ

- 5.1 ประสิทธิภาพการทำงานของระบบ
- 5.2 ความพึงพอใจการใช้งาน
- 5.3 การวิเคราะห์ข้อมูลและผลการทดลอง

บทที่ 6 บทสรุป

This chapter is optional for proposal and progress reports but is required for the final report.

6.1 สรุปผลโครงการ

สรุปว่าโครงการบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ อย่างไร

6.2 ปัญหาที่พบและการแก้ไข

State your problems and how you fixed them.

6.3 ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะ

ข้อจำกัดของโครงการ What could be done in the future to make your projects better.

หนังสืออ้างอิง

1. International Business Machines Corporation, "What is Blockchain Technology? ," Available at www.ibm.com/topics/what-is-blockchain, [Online; accessed 5-September-2022].
2. Ethereum, 2022, "ERC-20 TOKEN STANDARD," Available at ethereum.org/en/developers/docs/standards/tokens/erc-20/, [Online; accessed 5-September-2022].
3. Ethereum, 2022, "What is Ethereum?," Available at ethereum.org/en/what-is-ethereum/, [Online; accessed 5-September-2022].
4. Thanyavuth Akarasomcheep, 2018, "Scrum คืออะไร เริ่มใช้งานอย่างไร?," Available at medium.com/fastwork-engineering/scrum-คืออะไร-เริ่มใช้งานอย่างไร-2483e761a47e, [Online; accessed 5-September-2022].
5. Kulawat Pom Wongsaroj, 2019, "จะเลือก Scrum หรือ Kanban ดี?," Available at kulawat.medium.com/จะเลือก-scrum-หรือ-kanban-ดี-f7c0743f8a45, [Online; accessed 5-September-2022].
6. International Business Machines Corporation, "What are smart contracts on blockchain?," Available at www.ibm.com/topics/smart-contracts, [Online; accessed 5-September-2022].
7. RAKESH SHARMA, 2022, "Non-Fungible Token (NFT): What It Means and How It Works," Available at www.investopedia.com/non-fungible-tokens-nft-5115211, [Online; accessed 5-September-2022].
8. BYBIT LEARN, "Explained: Fractional NFTs (F-NFTs) and How They Work," Available at learn.bybit.com/nft/what-are-fractional-nfts/, [Online; accessed 5-September-2022].
9. ADAM BARONE, 2022, "What Is an Asset? Definition, Types, and Examples," Available at www.investopedia.com/terms/a/asset.asp, [Online; accessed 5-September-2022].
10. Siam Commercial Bank, "What are digital assets?," Available at www.scb.co.th/en/personal-banking/stories/digital-asset.html, [Online; accessed 5-September-2022].
11. Siam Commercial Bank, "พินัยกรรม ทำอย่างไร?," Available at www.scb.co.th/th/personal-banking/stories/tips-for-you/testament.html, [Online; accessed 5-September-2022].
12. RudreshVeerkhare, "CryptoWill," Available at github.com/RudreshVeerkhare/CryptoWill, [Online; accessed 29-October-2022].
13. GitHub, "GitHub," Available at github.com, [Online; accessed 5-September-2022].
14. MetaMask, "MetaMask," Available at <https://metamask.io/>, [Online; accessed 5-September-2022].
15. NestJS, "NestJS," Available at docs.nestjs.com, [Online; accessed 5-September-2022].
16. NextJS, "Next.js by Vercel - The React Framework," Available at nextjs.org/docs, [Online; accessed 5-September-2022].
17. Solidity, "Solidity," Available at docs.soliditylang.org, [Online; accessed 5-September-2022].
18. TypeScript, "TypeScript," Available at www.typescriptlang.org, [Online; accessed 5-September-2022].
19. Web3.js Developer Team, "web3.js - Ethereum JavaScript API," Available at web3js.readthedocs.io/en/v1.8.1/, [Online; accessed 5-September-2022].
20. Linnachun Lerntun, "Documentation - Truffle Suite," Available at trufflesuite.com/docs/ganache/, [Online; accessed 5-September-2022].
21. I. Norros, 1995, "On the use of Fractional Brownian Motion in the Theory of Connectionless Networks," **IEEE J. Select. Areas Commun.**, vol. 13, no. 6, pp. 953–962, Aug. 1995.
22. H.S. Kim and N.B. Shroff, 2001, "Loss Probability Calculations and Asymptotic Analysis for Finite Buffer Multiplexers," **IEEE/ACM Trans. Networking**, vol. 9, no. 6, pp. 755–768, Dec. 2001.
23. D.Y. Eun and N.B. Shroff, 2001, "A Measurement-Analytic Framework for QoS Estimation Based on the Dominant Time Scale," in **Proc. IEEE INFOCOM'01**, Anchorage, AK, Apr. 2001.

ภาคผนวก A

ชื่อภาคผนวกที่ 1

ใส่หัวข้อตามความเหมาะสม

This is where you put hardware circuit diagrams, detailed experimental data in tables or source codes, etc..

This appendix describes two static allocation methods for fGn (or fBm) traffic. Here, λ and C are respectively the traffic arrival rate and the service rate per dimensionless time step. Their unit are converted to a physical time unit by multiplying the step size Δ . For a fBm self-similar traffic source, Norros [21] provides its EB as

$$C = \lambda + (\kappa(H)\sqrt{-2\ln \epsilon})^{1/H} a^{1/(2H)} x^{-(1-H)/H} \lambda^{1/(2H)} \quad (\text{A.1})$$

where $\kappa(H) = H^H(1-H)^{(1-H)}$. Simplicity in the calculation is the attractive feature of (A.1).

The MVA technique developed in [22] so far provides the most accurate estimation of the loss probability compared to previous bandwidth allocation techniques according to simulation results. Consider a discrete-time queueing system with constant service rate C and input process λ_n with $\mathbb{E}\{\lambda_n\} = \lambda$ and $\text{Var}\{\lambda_n\} = \sigma^2$. Define $X_n \equiv \sum_{k=1}^n \lambda_k - Cn$. The loss probability due to the MVA approach is given by

$$\epsilon \approx \alpha e^{-m_x/2} \quad (\text{A.2})$$

where

$$m_x = \min_{n \geq 0} \frac{((C - \lambda)n + B)^2}{\text{Var}\{X_n\}} = \frac{((C - \lambda)n^* + B)^2}{\text{Var}\{X_{n^*}\}} \quad (\text{A.3})$$

and

$$\alpha = \frac{1}{\lambda\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left(\frac{(C - \lambda)^2}{2\sigma^2}\right) \int_C^\infty (r - C) \exp\left(\frac{(r - \lambda)^2}{2\sigma^2}\right) dr \quad (\text{A.4})$$

For a given ϵ , we numerically solve for C that satisfies (A.2). Any search algorithm can be used to do the task. Here, the bisection method is used.

Next, we show how $\text{Var}\{X_n\}$ can be determined. Let $C_\lambda(l)$ be the autocovariance function of λ_n . The MVA technique basically approximates the input process λ_n with a Gaussian process, which allows $\text{Var}\{X_n\}$ to be represented by the autocovariance function. In particular, the variance of X_n can be expressed in terms of $C_\lambda(l)$ as

$$\text{Var}\{X_n\} = nC_\lambda(0) + 2 \sum_{l=1}^{n-1} (n-l)C_\lambda(l) \quad (\text{A.5})$$

Therefore, $C_\lambda(l)$ must be known in the MVA technique, either by assuming specific traffic models or by off-line analysis in case of traces. In most practical situations, $C_\lambda(l)$ will not be known in advance, and an on-line measurement algorithm developed in [23] is required to jointly determine both n^* and m_x . For fGn traffic, $\text{Var}\{X_n\}$ is equal to $\sigma^2 n^{2H}$, where $\sigma^2 = \text{Var}\{\lambda_n\}$, and we can find the n^* that minimizes (A.3) directly. Although λ can be easily measured, it is not the case for σ^2 and H . Consequently, the MVA technique suffers from the need of prior knowledge traffic parameters.

ภาคผนวก B

ชื่อภาคผนวกที่ 2

ใส่หัวข้อตามความเหมาะสม

Next, we show how $\text{Var}\{X_n\}$ can be determined. Let $C_\lambda(l)$ be the autocovariance function of λ_n . The MVA technique basically approximates the input process λ_n with a Gaussian process, which allows $\text{Var}\{X_n\}$ to be represented by the autocovariance function. In particular, the variance of X_n can be expressed in terms of $C_\lambda(l)$ as

$$\text{Var}\{X_n\} = nC_\lambda(0) + 2 \sum_{l=1}^{n-1} (n-l)C_\lambda(l) \quad (\text{B.1})$$

Add more topic as you need

Therefore, $C_\lambda(l)$ must be known in the MVA technique, either by assuming specific traffic models or by off-line analysis in case of traces. In most practical situations, $C_\lambda(l)$ will not be known in advance, and an on-line measurement algorithm developed in [23] is required to jointly determine both n^* and m_x . For fGn traffic, $\text{Var}\{X_n\}$ is equal to $\sigma^2 n^{2H}$, where $\sigma^2 = \text{Var}\{\lambda_n\}$, and we can find the n^* that minimizes (A.3) directly. Although λ can be easily measured, it is not the case for σ^2 and H . Consequently, the MVA technique suffers from the need of prior knowledge traffic parameters.