

โครงการวิศวกรรมไฟฟ้า
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เรื่อง

การแนะนำวิธีการรักษาโรคไตด้วยการเรียนรู้ของเครื่อง
Machine Learning for Recommending Kidney-Disease
Treatment

โดย

นายณัฐนนท์ ตั้งกิจงามวงศ์	6110551384
นางสาวศศิธร อนงค์ทอง	6110551783

พ.ศ. 2564

การแนะนำวิธีการรักษาโรคไตด้วยการเรียนรู้ของเครื่อง
Machine Learning for Recommending Kidney-Disease Treatment

โดย

นายณัฐนนท์ ตั้งกิจงามวงศ์ 6110551384

นางสาวศศิธร อนงค์ทอง 6110551783

โครงการวิศวกรรมไฟฟ้า
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตามหลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า

ได้รับการพิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ.....วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

(ผศ.ดร.พันศักดิ์ เทียนวิบูลย์)

กรรมการ.....วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

(ผศ.ดร.กาญจน์พันธุ์ สุขวิชชัย)

นายณัฐนันท์ ตั้งกิจงามวงศ์ และ นางสาวศศิธร อนงค์ทอง ปีการศึกษา 2564
การแนะนำวิธีการรักษาโรคไตด้วยการเรียนรู้ของเครื่อง
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า) ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทคัดย่อ

ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence หรือ AI) เป็นศาสตร์ของวิทยาศาสตร์ วิศวกรรม และอีกหลายสาขา ประกอบกัน เป็นการทำให้เครื่องจักร หรือระบบคอมพิวเตอร์มีความฉลาด สามารถเรียนรู้ พัฒนา และตัดสินใจได้เสมือนมนุษย์ ในปัจจุบันเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ได้เข้ามามีความสำคัญอย่างมากในหลากหลายสาขา รวมถึงสาขาการแพทย์ ซึ่งมีแนวโน้มที่จะมีบทบาทสำคัญมากขึ้นเรื่อย ๆ ทางคณะผู้จัดทำจึงเกิดความสนใจในประเด็นของการนำปัญญาประดิษฐ์มาใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ จึงเกิดเป็นโครงการการแนะนำวิธีการรักษาโรคไตด้วยการเรียนรู้ของเครื่อง

โครงการการแนะนำวิธีการรักษาโรคไตด้วยการเรียนรู้ของเครื่องนี้ถูกจัดทำขึ้นโดยอาศัยเทคโนโลยีการเรียนรู้เชิงลึก (Deep Learning) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning หรือ ML) และเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อให้สามารถใช้ปัญญาประดิษฐ์ในการแนะนำชุดยาที่ดีที่สุดในการรักษาโรคไต หรือลดการสูญเสียหน้าที่ของไตลง เพื่อเป็นตัวช่วยในการแนะนำวิธีการรักษาผู้ป่วยให้กับแพทย์ สำหรับวิธีการดำเนินโครงการจะเริ่มจากการนำข้อมูลของคนไข้ที่ได้รับ มาทำการจัดเตรียม และวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้สามารถนำข้อมูลไปใช้ในการสร้างโมเดล จากนั้นจึงทำการสร้างโมเดลที่จะทำหน้าที่เป็น ระบบผู้ช่วยแนะนำวิธีการรักษาโรคไต ซึ่งโมเดลที่จะนำมาใช้ในโครงการนี้จะเป็นโมเดล Restricted Boltzmann Machine หรือ RBM โดยในโครงการนี้จะเน้นไปที่โรคไตวายเรื้อรัง

คำสำคัญ ปัญญาประดิษฐ์, การเรียนรู้ของเครื่อง, การเรียนรู้เชิงลึก, Restricted Boltzmann Machine, โรคไต, โรคไตวายเรื้อรัง, ระบบผู้ช่วยแนะนำ, การแนะนำวิธีการรักษา

เลขที่เอกสารอ้างอิงภาควิชา E5066-PST-1-2564

Natanon Tangkijngamwong and Sasitorn Anongthong Academic Year 2021
Machine Learning for Recommending Kidney-Disease Treatment
Bachelor Degree in Electrical Engineering Department Electrical Engineering
Faculty of Engineering, Kasetsart University

Abstract

Artificial intelligence (AI) is a branch of science, engineering, and a variety of other disciplines. It is the theory and development of computer systems able to perform tasks that normally require human intelligence. Artificial intelligence technology is now widely used in a variety of fields, including the medical field, and will gradually become more important in the future. The organizing committee was interested in the topic of using artificial intelligence for medical purposes. Therefore, it leads to the Machine Learning for Recommending Kidney-Disease Treatment project.

The Machine Learning for Recommending Kidney-Disease Treatment project used deep learning (DL), which is a subset of machine learning (ML) and artificial intelligence technology. The objective is to be able to use artificial intelligence to recommend the best drug combination for kidney disease treatment or reduce the loss of kidney function to support the doctor in recommending treatment methods for the patient. For the project implementation method, begin with gathering patient information, preprocessing, and analyzing the data to be used in modeling. Then create a model as recommender systems for recommending kidney-disease treatment by using Restricted Boltzmann Machine model. This project will focus on chronic kidney disease.

Keywords: Artificial Intelligence, Machine Learning, Deep Learning, Restricted Boltzmann Machine, Kidney Disease, Chronic kidney disease, Recommender System, Recommending Treatment

Department Reference No E5066-PST-1-2564

กิตติกรรมประกาศ

ในการศึกษาค้นคว้า และจัดทำโครงงานฉบับนี้ จะสำเร็จลุล่วงไม่ได้หากไม่ได้รับความช่วยเหลืออย่างดีจาก ผศ.ดร.พันศักดิ์ เทียนวิบูลย์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานที่ได้กรุณาสละเวลาให้คำแนะนำ แนวคิด และความรู้ในการจัดทำโครงงาน ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างยิ่งตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา ทำให้โครงงานฉบับนี้ครบถ้วนสมบูรณ์ คณะผู้จัดทำจึงขอกราบขอบพระคุณในความกรุณาเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.กาญจน์พันธุ์ สุขวิชชัย อาจารย์กรรมการโครงงานฉบับนี้ที่กรุณาสละเวลาตรวจสอบความบกพร่องของโครงงาน และให้คำแนะนำต่างๆ เพื่อนำไปปรับปรุง และพัฒนาโครงงานฉบับนี้ ตลอดจนโครงงานฉบับนี้มีความสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณ พ.อ.อุปถัมภ์ ศุภสินธุ์ และคณะอาจารย์แพทย์จากโรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า ที่ได้กรุณาสละเวลาให้ความรู้ทฤษฎีทางด้านการแพทย์ คำแนะนำ แนวคิด ตลอดจนชุดข้อมูลที่จำเป็นทุกองค์ประกอบจนโครงงานฉบับนี้ครบถ้วนสมบูรณ์

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อาจารย์ และผู้มีส่วนร่วมทุกท่าน ตลอดจนบิดา มารดา ที่ได้ให้การสนับสนุนในทุกๆด้าน ทั้งให้ความรู้ และคำแนะนำโดยเฉพาะอย่างยิ่งความรัก และกำลังใจที่ทำให้คณะผู้จัดทำประสบความสำเร็จในการศึกษาจนลุล่วงไปด้วยดี

ณัฐนนท์ ตั้งกิจงามวงศ์

ศศิธร อนุวงศ์ทอง

ผู้จัดทำ

สารบัญ

สารบัญ.....	VI
สารบัญภาพ	XI
สารบัญตาราง.....	XIV
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	XV
1 บทนำ.....	1
1.1. วัตถุประสงค์ของโครงการ	1
1.2. ขอบเขตของโครงการ	1
2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	2
2.1. ไต	2
2.1.1. ยูเรีย	3
2.1.2. กรดยูริก	3
2.2. โรคไต	4
2.2.1. โรคไตวายเฉียบพลัน	4
2.2.2. โรคไตวายเรื้อรัง	5
2.2.3. โรคเส้นเลือดฝอยที่ไตอักเสบ	6
2.2.4. โรคนิ่วในไต	6
2.2.5. โรคนิ่ว และการอุดตันของทางเดินปัสสาวะ.....	7
2.3. โรคที่เกี่ยวข้องกับโรคไตและภาวะแทรกซ้อน	7
2.3.1. โรคเบาหวาน.....	7
2.3.2. โรคความดันโลหิตสูง	7
2.3.3. ภาวะมีโปรตีนรั่วมาในปัสสาวะ.....	7
2.3.4. โรคเก๊าท์	8
2.3.5. โรคแพนิคตัวเอง	8
2.3.6. ภาวะเลือดจาง หรือ ภาวะซีด	8
2.3.7. ภาวะไขมันในเลือดสูง.....	8
2.3.8. ภาวะฟอสฟอรัสในเลือดสูง.....	8

2.4.	การตรวจการทำงานของไต	9
2.4.1.	Blood Urea Nitrogen	9
2.4.2.	Creatinine.....	10
2.4.3.	Estimated Glomerular Filtration Rate	11
2.5.	ปัจจัยและผลการตรวจแลปที่สำคัญในโรคไตวายเรื้อรัง	14
2.5.1.	ผลการตรวจแลปกลุ่มไต.....	14
2.5.2.	Estimate Glomerular Filtration Rate (eGFR).....	14
2.5.3.	Creatinine ในเลือด.....	15
2.5.4.	ภาวะฟอสฟอรัสในเลือดสูง (Hyperphosphatemia)	16
2.5.5.	ภาวะมีโปรตีนรั่วในปัสสาวะ (Proteinuria).....	16
2.5.6.	กลุ่มโรคแทรกซ้อน	19
2.5.7.	กลุ่มที่เป็นได้ทั้งโรคไตและโรคแทรกซ้อน	20
2.6.	ลำดับความรุนแรงของโรคแทรกซ้อนที่ส่งผลต่อโรคไตวายเรื้อรัง.....	21
2.7.	ลักษณะการรักษของโรคไตวายเรื้อรัง	21
2.8.	ผู้ป่วยนอก (OPD หรือ OUT-PATIENT-DEPARTMENT)	22
2.9.	หมายเลขประจำตัวของผู้ป่วย (HOSPITAL NUMBER หรือ HN)	22
2.10.	บัญชีจำแนกทางสถิติระหว่างประเทศของโรคและปัญหาสุขภาพที่เกี่ยวข้อง (INTERNATIONAL CLASSIFICATION OF DISEASES หรือ ICD)	23
2.11.	RECOMMENDATION SYSTEM	23
2.11.1.	Content-based Filtering	23
2.11.2.	Collaborative Filtering.....	23
2.11.3.	Restricted Boltzmann machines (RBMs)	24
2.11.4.	Markov Model	25
3	เครื่องมือที่ใช้ในการทำโครงการ	26
3.1.	ฮาร์ดแวร์	26
3.1.1.	เครื่องคอมพิวเตอร์หรือโน้ตบุ๊ก (Computer or Notebook)	26
3.2.	ซอฟต์แวร์	26
3.2.1.	MATLAB.....	26

3.2.2.	Microsoft Excel	27
3.2.3.	Python.....	28
3.2.4.	Google Colaboratory.....	28
3.2.5.	Library ของ Python ที่เลือกใช้	29
4	วิธีการดำเนินโครงการ.....	31
4.1.	วิธีในการดำเนินโครงการหลัก.....	31
4.1.1.	ศึกษาข้อมูลที่เป็นต่อการใช้งาน.....	31
4.1.2.	การเก็บรวบรวมชุดข้อมูล	32
4.1.3.	การตรวจสอบและการวิเคราะห์ภาพรวมของข้อมูล	32
4.1.4.	ทำการคัดเลือกข้อมูลเฉพาะกลุ่มโรคใดที่สนใจ	32
4.1.5.	ทำการเก็บรวบรวมชุดข้อมูลอีกครั้ง ตามกลุ่มของข้อมูลที่น่าสนใจเพื่อจะนำไปใช้ในการทำโมเดล .	32
4.1.6.	ทำการเตรียมข้อมูลให้พร้อมสำหรับการทำโมเดล	32
4.1.7.	การเลือกโมเดลที่ใช้ในการทำระบบผู้แนะนำ.....	32
4.1.8.	การสร้างและฝึกสอนโมเดล	33
4.1.9.	การทดสอบและวัดผลโมเดล	33
4.2.	วิธีการดำเนินงานในส่วนของการจัดเตรียมข้อมูลให้พร้อมสำหรับการทำโมเดล	33
4.2.1.	พิจารณาข้อจำกัดในการใช้งานชุดข้อมูล	34
4.2.2.	การจัดข้อมูลให้อยู่ในรูปอนุกรมเวลาของผู้ป่วยแต่ละคน	34
4.2.3.	การจัดข้อมูลให้แต่ละตัวอย่างข้อมูลเก็บข้อมูลเป็นช่วงของข้อมูลระหว่าง 2 ช่วงของเวลา.....	34
4.2.4.	นำข้อมูลมาทำการหา Rating ของยา.....	35
4.2.5.	การคัดเลือกชุดข้อมูลเพียงกลุ่มของข้อมูลที่มี Rating ของยาที่อยู่ในเกณฑ์ที่สามารถแนะนำได้	35
4.2.6.	การจัดข้อมูลเป็นกลุ่มๆจากลักษณะที่เหมือนกันของข้อมูล	35
4.2.7.	การแปลงชุดข้อมูลให้อยู่ในรูปของลักษณะเลขฐาน 2 หรือการทำ Binary Conversion	35
4.2.8.	การทำ Train Test Split ชุดข้อมูล.....	36
5	ผลการดำเนินโครงการและวิจารณ์.....	37
5.1.	ข้อมูลตัวอย่าง.....	37
5.2.	การสำรวจและการ VISUALIZATION ข้อมูล	37
5.3.	ขอชุดข้อมูล ชุดใหม่.....	38

5.4.	ปัญหาที่พบในการจะนำข้อมูลไปใช้ทำ RECOMMENDATION SYSTEM.....	39
5.5.	การพิจารณาข้อจำกัดในการใช้งาน ชุดข้อมูล.....	39
5.6.	จัดข้อมูลให้อยู่ในรูปอนุกรมเวลาของผู้ป่วยแต่ละคน	40
5.7.	นำข้อมูลมาพิจารณาดูทีละช่วง.....	41
5.7.1.	หลักในการพิจารณาข้อมูลในรูปแบบ 2 ช่วงของข้อมูลทางเวลา	41
5.7.2.	จับคู่ข้อมูลเป็น 2 State ของคนไข้ที่มีการจ่ายยา	42
5.8.	การตรวจสอบ และจัดการผลการตรวจ LAB ที่อาจพบมากกว่า 1 ค่า ในผลตรวจแต่ละ STATE	43
5.9.	หลักในการพิจารณาในการให้ RATING ยา	43
5.10.	วิธีการกำหนดค่าการชี้วัดอาการของแต่ละ FACTORS ย่อยจากทั้ง 3 กลุ่ม.....	45
5.10.1.	Factors ในกลุ่ม Principle	45
5.10.2.	Factors ในกลุ่ม Major	45
5.10.3.	Factors ในกลุ่ม Minor.....	46
5.11.	วิธีการสรุปค่าการชี้วัดอาการทั้ง 3 กลุ่ม.....	46
5.11.1.	กลุ่ม Principle: มีค่า 3 รูปแบบ	46
5.11.2.	กลุ่ม Major: มีค่า 4 รูปแบบ	46
5.11.3.	กลุ่ม Minor: มีค่า 3 รูปแบบ	47
5.12.	FLOWCHART ของการให้ RATING ยา เพื่อใช้ในการ RECOMMENDATION ยา	48
5.13.	การพิจารณา RATING ของยา	49
5.13.1.	พิจารณาในกลุ่ม: Principle หรือ GFR Drop Rate เป็น (+).....	49
5.13.2.	พิจารณาในกลุ่ม: Principle หรือ GFR Drop Rate เป็น (0)	50
5.13.3.	พิจารณาในกลุ่ม: Principle หรือ GFR Drop Rate เป็น (-)	52
5.14.	ทำการหา RATING ของยา และจัดเก็บ	53
5.15.	ตรวจสอบการกระจายตัวของ RATING ยา และคัดเลือกชุดข้อมูลที่มีแค่ยาที่สามารถนำไปใช้แนะนำได้ ...	54
5.16.	FLOWCHART ในการจัดกลุ่มลักษณะของข้อมูล	55
5.17.	จัดชุดข้อมูลเป็นกลุ่มโดยอิงจากลักษณะ STATUS STATE K และ ทำBINARY CONVERSION.....	57
5.18.	ตรวจสอบการกระจายตัวของจำนวน SAMPLES แต่ละ COMBINATION	58
5.19.	TRAIN TEST SPLIT	59
5.20.	ทำการระบุตำแหน่ง ROW INDEX ของแต่ละ COMBINATION ทั้งในข้อมูลชุดฝึกสอน และทดสอบ	60

5.21. เลือกโมเดล RESTRICTED BOLTZMANN MACHINE	62
5.22. สร้าง และฝึกสอนโมเดล	62
5.22.1. ฝึกสอน โมเดลที่ 1	63
5.22.2. ฝึกสอน โมเดลที่ 2	64
5.22.3. ฝึกสอน โมเดลที่ 3	64
5.23. ทดสอบ และวัดผลโมเดล	65
5.23.1. เลือกข้อมูลที่ต้องการนำมาทดสอบจาก ชุดข้อมูลฝึกสอน และชุดข้อมูลทดสอบ:.....	65
5.23.2. ผลลัพธ์ของการฝึกสอนโมเดลที่ 1	66
5.23.3. ผลลัพธ์ของการฝึกสอนโมเดลที่ 2	68
5.23.4. ผลลัพธ์ของการฝึกสอนโมเดลที่ 3	70
5.23.5. สรุปผลการทดสอบโมเดล.....	71
6 สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ	72
6.1. สรุปผลการดำเนินโครงการ	72
6.2. ข้อเสนอแนะ	72
7 บรรณานุกรม	73
ประวัติנס	74

สารบัญภาพ

รูปที่ 1 โครงสร้างของไต.....	2
รูปที่ 2 การทำงานของยูเรีย.....	3
รูปที่ 3 การทำงานของกรดยูริก.....	3
รูปที่ 4 การทำงานของไตเมื่อเกิดไตวายเฉียบพลัน.....	4
รูปที่ 5 สภาพของไตเมื่อเกิดไตวายเรื้อรัง	6
รูปที่ 6 สาเหตุในการเกิดโรคไตวายเรื้อรัง	9
รูปที่ 7 วัฏจักรของยูเรีย	10
รูปที่ 8 วัฏจักรของ CREATININE	11
รูปที่ 9 ผลการตรวจสอบการมีโปรตีนรั่วในปัสสาวะด้วย วิธีการใช้แผ่นทดสอบสำเร็จรูป.....	17
รูปที่ 10 ข้อแตกต่างระหว่าง COLLABORATIVE FILTERING และ CONTENT-BASED FILTERING	24
รูปที่ 11 โครงสร้าง BOLTZMANN MACHINE (BM)	24
รูปที่ 12 โครงสร้าง RESTRICTED BOLTZMANN MACHINES (RBMs)	25
รูปที่ 13 ลักษณะการ REGENERATE PROBABILITY SAMPLE.....	25
รูปที่ 14 ASUS ROG STRIX G531GT-AL017T	26
รูปที่ 15 โปรแกรม MATLAB	26
รูปที่ 16 RESTRICTED BOLTZMANN MACHINE FUNCTION.....	27
รูปที่ 17 โปรแกรม MICROSOFT EXCEL	27
รูปที่ 18 โปรแกรม PYTHON	28
รูปที่ 19 GOOGLE COLABORATORY.....	28
รูปที่ 20 NUMPY LIBRARY	29
รูปที่ 21 PANDAS LIBRARY	29
รูปที่ 22 SCIKIT-LEARN LIBRARY	30
รูปที่ 23 BLOCK DIAGRAM ของการทำงานหลัก.....	31
รูปที่ 24 BLOCK DIAGRAM ของการทำ PREPROCESSING DATA.....	33
รูปที่ 25 HISTOGRAM ที่แสดงจำนวนคนของจำนวนวันในการมาตรวจโรค.....	38
รูปที่ 26 PATIENT GROUP.....	39
รูปที่ 27 ไฟล์ MATLAB ที่จัดเก็บ DATA แบบ TIMESERIES	40

รูปที่ 28 STRUCT ในไฟล์ MATLAB	40
รูปที่ 29 ตัวอย่างข้อมูลใน FIELD.....	40
รูปที่ 30 MARKOV MODEL	41
รูปที่ 31 ไฟล์ MATLAB ที่เก็บ SAMPLES ที่ทำการจับคู่ 2 STATE แล้ว.....	42
รูปที่ 32 STRUCT ของไฟล์ MATLAB ที่เป็นการจับคู่ข้อมูล 2 STATE.....	42
รูปที่ 33 FIELD ของ STRUCT ของไฟล์ MATLAB ที่เป็นการจับคู่ข้อมูล 2 STATE.....	42
รูปที่ 34 ผลตรวจสอบการมีอยู่ของผลตรวจ LAB ที่มีมากกว่า 1 ผล	43
รูปที่ 35 หลักการพิจารณาค่าชี้วัดอาการ เพื่อใช้ในการหา RATING ของยา.....	47
รูปที่ 36 FLOWCHART ของการให้ RATING ยา	48
รูปที่ 37 FLOWCHART ของการให้ RATING ยา (2).....	50
รูปที่ 38 FLOWCHART ของการให้ RATING ยา (3).....	51
รูปที่ 39 FLOWCHART ของการให้ RATING ยา (4).....	52
รูปที่ 40 ไฟล์ MATLAB ที่ประกอบด้วย DATA ที่ทำการจับคู่แล้ว	53
รูปที่ 41 STRUCT ที่จัดเก็บข้อมูลในส่วนของการให้ RATING ยา และผลการตรวจ 2 STATE.....	53
รูปที่ 42 FIELD ที่มี STRUCT ข้างในจะจัดเก็บข้อมูลการตรวจรวมถึงผลสรุปค่าซ้ำของ FACTOR ทั้งหมดที่สนใจของ STATE นั้นๆ	53
รูปที่ 43 ตัวอย่างการให้ RATING ยา	54
รูปที่ 44 ทำ HISTOGRAM ที่แสดงการกระจายตัวของ RATING ยาที่พบ.....	54
รูปที่ 45 ตัวอย่างข้อมูลของยาที่มี RATING ดี.....	54
รูปที่ 46 FLOWCHART ของกลุ่มลักษณะของข้อมูล	55
รูปที่ 47 FLOWCHART ของกลุ่มลักษณะของข้อมูล (2)	55
รูปที่ 48 FLOWCHART ของกลุ่มลักษณะของข้อมูล (3)	56
รูปที่ 49 FLOWCHART ของกลุ่มลักษณะของข้อมูล (4)	56
รูปที่ 50 CSV FILE ทั้ง 36 COMBINATION	57
รูปที่ 51 ตัวอย่างชุดข้อมูล ใน CSV FILE.....	58
รูปที่ 52 HISTOGRAM การกระจายตัวของ SAMPLE ใน COMBINATION ทั้ง 36 รูปแบบ.....	58
รูปที่ 53 TRAIN TEST SPLIT ทั้ง 36 FILES ด้วยอัตราส่วน 80:20	59
รูปที่ 54 นำส่วนที่ SPLIT ของชุดฝึกสอน และชุดทดสอบ มาต่อส่วนของมันเองทั้ง 36 ส่วน.....	59

รูปที่ 55 CSV 2 FILES คือ 1. ชุดข้อมูลฝึกสอน 2. ชุดข้อมูลทดสอบ	59
รูปที่ 56 ระบุตำแหน่ง ROW INDEX ของแต่ละ COMBINATION ในชุดข้อมูลฝึกสอน	60
รูปที่ 57 ระบุตำแหน่ง ROW INDEX ของแต่ละ COMBINATION ในชุดข้อมูลทดสอบ	61
รูปที่ 58 ชุดข้อมูลฝึกสอน และชุดข้อมูลทดสอบ	63
รูปที่ 59 SAVE MODEL PARAMETER	63
รูปที่ 60 SET HYPERPARAMETER โมเดลที่ 1	63
รูปที่ 61 SET HYPERPARAMETER โมเดลที่ 2	64
รูปที่ 62 SET HYPERPARAMETER โมเดลที่ 3	64
รูปที่ 63 ข้อมูลที่จะใช้ทดสอบ จากชุดข้อมูลฝึกสอน	65
รูปที่ 64 ข้อมูลที่จะใช้ทดสอบ จากชุดข้อมูลทดสอบ	65
รูปที่ 65 RMSE ตอน TRAIN ของโมเดลที่ 1	66
รูปที่ 66 ผลทดสอบการแนะนำชุดยาด้วย ชุดข้อมูลฝึกสอน ของโมเดลที่ 1	66
รูปที่ 67 ผลทดสอบการแนะนำชุดยาด้วย ชุดข้อมูลทดสอบ ของโมเดลที่ 1	67
รูปที่ 68 RMSE ตอน TRAIN ของโมเดลที่ 2	68
รูปที่ 69 ผลทดสอบการแนะนำชุดยาด้วย ชุดข้อมูลฝึกสอน ของโมเดลที่ 2	68
รูปที่ 70 ผลทดสอบการแนะนำชุดยาด้วย ชุดข้อมูลทดสอบ ของโมเดลที่ 2	69
รูปที่ 71 RMSE ตอน TRAIN ของโมเดลที่ 3	70
รูปที่ 72 ผลทดสอบการแนะนำชุดยาด้วย ชุดข้อมูลฝึกสอน ของโมเดลที่ 3	70
รูปที่ 73 ผลทดสอบการแนะนำชุดยาด้วย ชุดข้อมูลทดสอบ ของโมเดลที่ 3	71

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1	สูตรคำนวณ EGFR รูปแบบ ASIAN MODIFIED CKD EQUATION	12
ตารางที่ 2	การแบ่งระยะตามระดับอัตราการกรองของไตหรือ EGFR	13
ตารางที่ 3	อัตราการสูญเสียหน้าที่ของไต ต่อปี	15
ตารางที่ 4	อัตราการสูญเสียหน้าที่ของไต ต่อเดือน.....	15
ตารางที่ 5	ลักษณะผลการตรวจสอบการมีโปรตีนรั่วในปัสสาวะด้วย วิธีการใช้แผ่นทดสอบสำเร็จรูป	17
ตารางที่ 6	ระดับความรุนแรงของโรคแทรกซ้อนที่ส่งผลต่อโรคไตวายเรื้อรัง	21

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

AI	ย่อมาจาก Artificial intelligence
ML	ย่อมาจาก Machine learning
DL	ย่อมาจาก Deep learning
RBM	ย่อมาจาก Restricted Boltzmann Machine
HN	ย่อมาจาก Hospital Number หรือ หมายเลขประจำตัวของผู้ป่วย
OPD	ย่อมาจาก Out-Patient Department หรือ ผู้ป่วยนอก
CKD	ย่อมาจาก Chronic Kidney Disease หรือ โรคไตเรื้อรัง
eGFR	ย่อมาจาก Estimated Glomerular Filtration Rate หรือ อัตราการกรองของไต
CKD-EPI	ย่อมาจาก Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration หรือ สูตรในการคำนวณค่า eGFR
ICD	ย่อมาจาก International Classification of Diseases หรือ บัญชีจำแนกทางสถิติระหว่างประเทศของโรคและปัญหาสุขภาพที่เกี่ยวข้อง
SLE	ย่อมาจาก Systemic Lupus Erythematosus หรือ โรคแพ้ภูมิตัวเอง หรือโรคพุ่มพวง
HbA1c	ย่อมาจาก Hemoglobin A1c
RMSE	ย่อมาจาก Root Mean Square Error

1 บทนำ

ในปัจจุบันสถานการณ์โรคไตถือว่าเป็นอีกปัญหาหนึ่งที่น่าจับตามอง เนื่องจากผู้คนมีแนวโน้มป่วยมากขึ้นทุกปี อีกทั้งสาเหตุสำคัญของการเกิดโรคไตส่วนใหญ่มักเกิดจากโรคชนิดอื่น เช่น โรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง โรคไขมันสูง และอื่นๆ ด้วยสาเหตุของโรคโดยมากเกิดจากโรคชนิดอื่นแทรกซ้อนด้วย ทำให้ผู้ป่วยโรคกลุ่มเสี่ยงอาจมีภาวะไตเสื่อม ซึ่งอาจนำมาซึ่งการป่วยเป็นโรคไต และการสูญเสียหน้าที่ของไต

คณะผู้จัดทำเล็งเห็นว่าเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ ก็ได้เข้ามามีบทบาทเป็นอย่างมากในทุกสาขา รวมถึงทางด้านการแพทย์ โดยเป็นอีกหนึ่งตัวช่วยสำคัญในอนาคตที่จะสร้างความสะดวกสบายต่อการดำรงชีวิตเป็นอย่างมาก จึงเป็นโอกาสให้ทางคณะผู้จัดทำได้ทำการศึกษา และจัดทำโครงงานฉบับนี้ขึ้นมา โครงงานฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อทำการพัฒนาปัญญาประดิษฐ์ที่สามารถแนะนำชุดยาที่ดีที่สุดในการรักษาโรคไต หรือลดการสูญเสียหน้าที่ของไตสำหรับผู้ป่วยโรคไตลง ด้วยเทคโนโลยีการเรียนรู้ของเครื่อง โดยพิจารณาในด้านการประยุกต์ให้เข้ากับสถานการณ์ เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด และใช้งานได้จริง

1.1. วัตถุประสงค์ของโครงงาน

เพื่อให้สามารถใช้ปัญญาประดิษฐ์ในการแนะนำชุดยาที่ดีที่สุดในการรักษาโรคไต หรือลดการสูญเสียหน้าที่ของไต

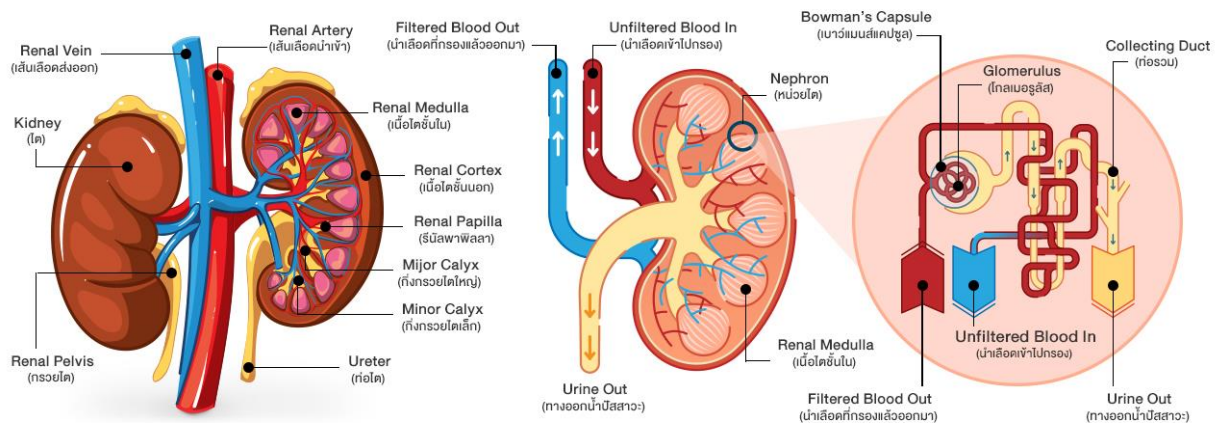
1.2. ขอบเขตของโครงงาน

ปัญญาประดิษฐ์ที่ทำการพัฒนาสามารถแนะนำชุดยาที่ดีที่สุดในการรักษาโรคไต หรือลดการสูญเสียหน้าที่ของไตได้ โดยเพียงป้อนข้อมูลที่จำเป็นของผู้ป่วยเข้าไป

2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1. ไต

ไต (Kidneys) เป็นอวัยวะที่มีรูปร่างคล้ายเมล็ดถั่วแดง ขนาดเท่ากำปั้น มนุษย์มีไต 2 ข้าง แต่ละข้างจะวางตัวในลักษณะแนวตั้ง ขนานกับกระดูกไขสันหลังช่วงเอว ตำแหน่งของไตจะอยู่ที่บริเวณซี่ข้างของร่างกาย ซึ่งไตข้างซ้ายจะวางตัวสูงกว่าไตข้างขวาเล็กน้อย และไตทั้ง 2 ข้าง จะหันขั้วไตเข้าหากระดูกไขสันหลัง เนื้อไต ประกอบไปด้วยหน่วยไต (Nephron) ซึ่งไตแต่ละข้างจะมีหน่วยไตประมาณ 1 ล้านหน่วย ทำหน้าที่กรองน้ำเลือด (Plasma) ปรับส่วนประกอบและความเข้มข้นของปัสสาวะ ปัสสาวะที่ผลิตได้จากแต่ละหน่วยไตจะไหลรวมกันเข้าสู่หลอดไตฝอยรวม กรวยไต และ ท่อไต ตามลำดับ จากนั้นจะไปสะสมรวมกันอยู่ที่กระเพาะปัสสาวะเพื่อรอการขับออกจากร่างกายต่อไป



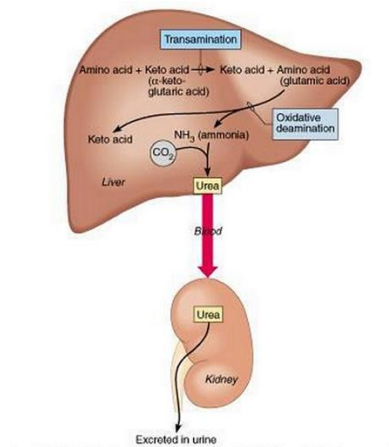
รูปที่ 1 โครงสร้างของไต

(ที่มา: http://spacehealth.co/organ_ไต.html)

ไตมีหน้าที่สำคัญ คือ กรองน้ำ เลือด แร่ สารเคมีส่วนเกินที่ร่างกายไม่ต้องการ พร้อมกับคัดหลั่งของเสียออกจากร่างกาย อีกทั้งยังสร้างปัสสาวะในการขับของเสีย ช่วยในเรื่องของการรักษาความผิดปกติของน้ำและเกลือแร่ ช่วยสร้างฮอร์โมน รวมทั้งสร้างสารที่ควบคุมความดันโลหิต และสารที่ช่วยกระตุ้นในการสร้างเม็ดเลือดแดง ของเสียที่ไตขับออกมา เกิดจากการเผาผลาญอาหารประเภทโปรตีนออกจากร่างกาย ได้แก่ ยูเรีย ครีเอตินีน กรดยูริก และสารประกอบไนโตรเจนอื่นๆ

2.1.1. ยูเรีย

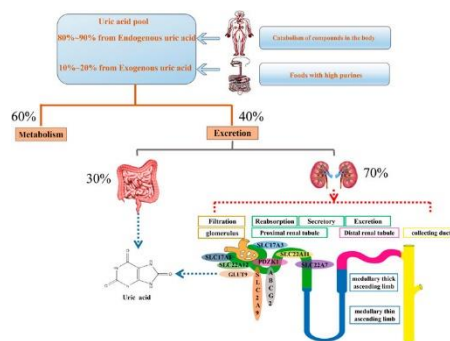
ยูเรีย (Urea) เป็นโปรตีนที่ถูกตัดหมู่ อะมิโน (Amino) ออก แล้วเปลี่ยนเป็นยูเรียส่งไปกรองที่ไตกระบวนการเปลี่ยนให้เป็นยูเรียเกิดขึ้นที่ตับ ยูเรียมีความสำคัญในการทำงานของหน่วยไต ช่วยในการดูดซึมกลับของสารน้ำและเกลือแร่ที่อยู่ในหน่วยไต หากไตเริ่มบกพร่องหรือทำงานหนักมานาน ก็จะทำให้เสียสารยูเรียและไนโตรเจนจำนวนมากที่คั่งค้างอยู่ในกระแสเลือด



รูปที่ 2 การทำงานของยูเรีย

2.1.2. กรดยูริก

กรดยูริก (Uric Acid) เกิดจากการเผาผลาญอาหารประเภทเนื้อสัตว์ สารพิวรีนในโปรตีน กรดยูริกจะถูกขับออกมาทางไต ถ้าหน้าที่ของไตเสียไปก็จะทำให้ระดับกรดยูริกในเลือดสูงขึ้นได้ ร่างกายจะย่อยสารพิวรีนจนกลายเป็นกรดยูริก และจะขับออกมาพร้อมกับปัสสาวะ ในคนปกติกรดยูริกจะถูกสร้างขึ้นในอัตราช้าพอที่ไตจะขับออกได้หมดทันกับการสร้างขึ้นพอดี



รูปที่ 3 การทำงานของกรดยูริก

(ที่มา: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fphar.2021.667753/full>)

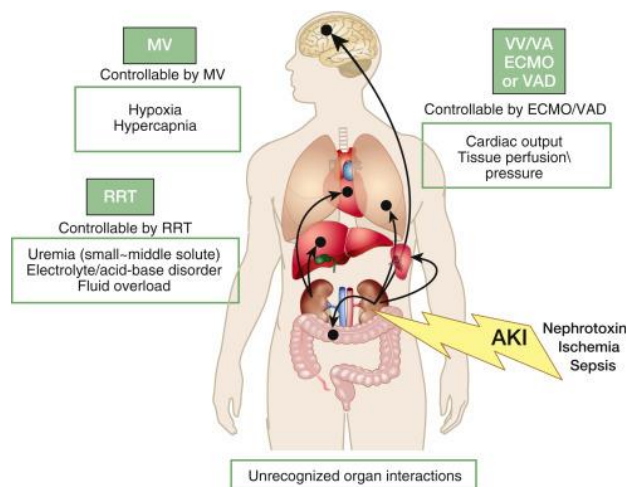
2.2. โรคไต

โรคไต (Kidney Disease) คือโรคที่ก่อให้เกิดความผิดปกติต่อการทำหน้าที่ของไต เกิดได้จากหลากหลายสาเหตุ ด้านพฤติกรรมกรกินต่าง ๆ เช่น การกินอาหารรสจัด ทั้งเค็มจัด เผ็ดจัด หวานจัด ผลข้างเคียงจากยา และสารเคมีต่าง ๆ ลักษณะทางร่างกาย อายุ รวมถึงปัจจัยทางด้านพันธุกรรมด้วย อาจเป็นมาตั้งแต่กำเนิด หรืออาจจะค่อย ๆ แสดงอาการออกมาในภายหลัง อีกทั้งยังมีโรคอื่น ๆ ที่ยังส่งผลกระทบต่อไตได้ด้วย เช่น เบาหวาน ความดันโลหิตสูง ซึ่งโรคไตนั้นมีหลายชนิด โรคเส้นเลือดฝอยไตอักเสบ โรคเนโฟรติก โรคนีว โรคไตวาย และอื่น ๆ โดยโรคไตวายจะแบ่งออกเป็น 2 ชนิดหลัก ได้แก่ โรคไตวายเฉียบพลัน และโรคไตวายเรื้อรัง

โดยทั่วไปเมื่อคนเราอายุมากกว่า 30 ปี ไตจะเริ่มทำงานลดลงหรือเสื่อมลงตามธรรมชาติ โดยเฉลี่ยทำงานลดลงร้อยละ 1 ต่อปี ซึ่งสำหรับผู้ป่วยโรคไตจะทำให้การทำงานของเสื่อมลงได้ไวกว่าปกติ จึงเป็นหน้าที่ของแพทย์ที่ต้องลดการสูญเสียหน้าที่ของไตลง

2.2.1. โรคไตวายเฉียบพลัน

โรคไตวายเฉียบพลัน (Acute Renal Failure) เกิดจากไตสูญเสียการทำงานอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้การควบคุมสมดุลร่างกายเกิดความเสียหาย เช่น เกิดการคั่งของของเสียและการควบคุมสมดุลกรดต่าง รวมทั้งปริมาณน้ำและเกลือแร่ในร่างกายผิดปกติ โดยเกิดจากหลายสาเหตุ เช่น ภาวะติดเชื้อในกระแสโลหิต โรคในระบบทางเดินปัสสาวะ การได้รับสารพิษ ผลข้างเคียงจากยา การรับประทานยาเกินขนาด รวมถึงผู้ป่วยอาการหนักจากโรคต่าง ๆ ซึ่งหากผู้ป่วยได้รับการรักษาอย่างทันท่วงที ก็มีโอกาที่ไตจะฟื้นกลับมาเป็นปกติได้



รูปที่ 4 การทำงานของไตเมื่อเกิดเกิดไตวายเฉียบพลัน

(ที่มา: [https://www.kidney-international.org/article/S0085-2538\(15\)00128-3/fulltext](https://www.kidney-international.org/article/S0085-2538(15)00128-3/fulltext))

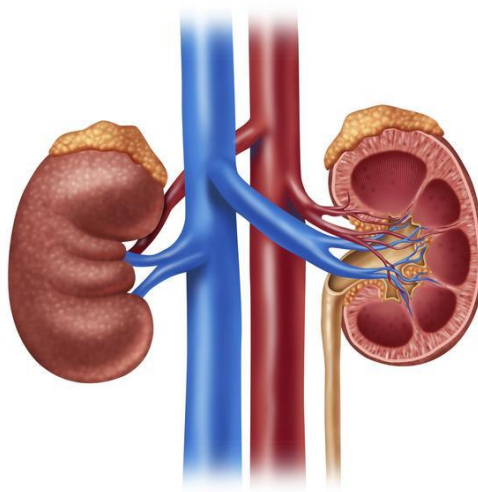
อาการหลักๆของโรคไตวายเฉียบพลัน ได้แก่ รู้สึกกระหายน้ำ ปัสสาวะน้อยกว่า 400 ซีซีต่อวัน น้อยกว่าคนปกติ 3 เท่า อ่อนเพลีย ปวดศีรษะ เบื่ออาหาร คลื่นไส้ อาเจียนจากการที่มีของเสียสะสมในร่างกาย ได้แก่ ยูเรียและสารที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบคั่งค้างอยู่ในเลือด หายใจลำบาก แขนขาบวม หอบ เหนื่อยจากการคั่งของสารน้ำในร่างกาย หากภาวะไตวายเฉียบพลันนั้นมีสาเหตุมาจากภาวะขาดน้ำ อาจมีอาการแสดงของภาวะขาดน้ำ เช่น เหนื่อยง่ายหรืออ่อนเพลีย

2.2.2. โรคไตวายเรื้อรัง

โรคไตวายเรื้อรัง (Chronic Kidney Disease, CKD) เป็นเป็นภาวะที่ไตมีการทำงานผิดปกติ หรือเสื่อมสภาพลง โดยมีระยะเวลาของการทำงานผิดปกติตั้งแต่ 3 เดือนขึ้นไป จะส่งผลให้หน่วยไตเหลือน้อยลงตามไปด้วย ทำให้การกำจัดของเสียออกจากเลือด และการกำจัดสารพิษออกจากร่างกายมีความบกพร่อง ส่งผลให้มีอาการจากของเสียคั่งในกระแสเลือด หรือเกิดอาการผิดปกติ เช่น คลื่นไส้ อาเจียน ไตอาจมีภาวะผิดปกติ เช่น มีโปรตีนรั่วในปัสสาวะ มีความผิดปกติทางรังสีวิทยา หรืออาจดูได้จากค่าอัตราการกรองของไตที่ผิดปกติ ซึ่งผู้ป่วยจะทราบว่าตนเองป่วยเป็นโรคไตเรื้อรังก็ต่อเมื่อมีการตรวจเลือดหรือปัสสาวะ อาจเกิดได้หลากหลายสาเหตุ เช่น เกิดจากผลของโรคแทรกซ้อน หรือภาวะแทรกซ้อน ได้แก่ โรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง โรคหัวใจในไต ไตอักเสบ การติดเชืของทางเดินปัสสาวะ ภาวะโปรตีนรั่วในปัสสาวะ รวมถึงผลข้างเคียงจากการใช้ยาและสารเคมีต่าง ๆ โดยเฉพาะยาแก้ปวด NSAID และยาปฏิชีวนะบางตัว ทางแพทย์จะแบ่งภาวะไตวายออกเป็น 5 ระยะ โดยแบ่งตามค่าอัตราการกรองของไต หรือค่า eGFR (Estimated Glomerular Filtration Rate) ซึ่งเป็นค่าของปริมาณเลือดที่ไหลผ่านตัวกรองของไตในหนึ่งนาทีที่มีหน่วยเป็น (mL/min/1.73m²)

1. ระยะที่ 1 เป็นช่วงแรกของอาการไตวายเรื้อรัง จะไม่มีอาการแสดงให้เห็นชัดเจน อาจเกิดจากสภาวะของไตเริ่มสูงวัย อาจพบไตอักเสบ หรือพบภาวะโปรตีนรั่วออกมาปะปนในเลือดหรือในปัสสาวะ อาการไม่รุนแรง ค่าอัตราการกรองของไตยังคงปกติ ซึ่งเป็นระยะที่ไตเริ่มเสื่อม
2. ระยะที่ 2 เป็นระยะที่การทำงานของไตเริ่มลดลง แต่มักจะยังไม่มีอาการใด ๆ แสดงให้เห็น นอกจากการตรวจค่าอัตราการกรองของไตเช่นเดียวกันกับในระยะที่ 1 พบภาวะโปรตีนรั่วออกมาปะปนในเลือดหรือในปัสสาวะ ค่าอัตราการกรองของไตลดลงเล็กน้อย ส่งผลให้ไตเสื่อมในระยะนี้
3. ระยะที่ 3 จะถูกแบ่งออกเป็นอีก 2 ระยะย่อย คือ 3A และ 3B ตามค่าการทำงานของไต โดย 3A จะมีอัตราการกรองลดลงเล็กน้อยจนถึงปานกลาง ส่วน 3B จะมีอัตราการกรองลดลงปานกลางถึงมาก ซึ่งในระยะที่ 3 ก็มักจะยังไม่มีอาการใด ๆ แสดงให้เห็นนอกจากค่าอัตราการกรองของไตที่ลดลงอย่างต่อเนื่อง
4. ระยะที่ 4 เป็นระยะที่มีการแสดงอาการต่าง ๆ ออกมาให้เห็น นอกจากค่าการทำงานของไตจะลดลงแล้ว ผู้ป่วยอาจจะมีอาการมีนัง เบื่ออาหาร น้ำหนักลด ผิวแห้งและคัน กล้ามเนื้อเป็นตะคริวบ่อยขึ้น อาจมีอาการบวมที่ตามข้อ ขา และเท้า ใต้ตาคล้ำ ปวดปัสสาวะบ่อย แต่ปริมาณปัสสาวะน้อยลง โลหิตจาง หรือรู้สึกไม่สบายตัวตลอดเวลา อีกทั้งค่าอัตราการกรองของไตยังลดลงมากอีกด้วย

5. ระยะที่ 5 (End Stage Renal Disease หรือ ESRD) เป็นระยะสุดท้ายของภาวะไตวาย นอกจากอาการที่คล้ายกับระยะที่ 4 แล้ว อาจมีภาวะโลหิตจางที่รุนแรงขึ้น และอาจมีการตรวจพบการเสียน้ำของแคลเซียม ฟอสเฟต หรือสารต่าง ๆ ที่อยู่ในเลือด นำมาสู่ภาวะกระดูกบางและเปราะหักง่าย หากไม่ได้รับการรักษาอาจเสียชีวิตได้ โดยในระยะที่ 5 นี้จะมีการมองลักษณะของผู้ป่วยเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่ ผู้ป่วยที่ไม่ได้รับการรักษาด้วยวิธีการฟอกไต และผู้ป่วยที่มีการรักษาด้วยวิธีการฟอกไต (Dependence on Renal Dialysis)



รูปที่ 5 สภาพของไตเมื่อเกิดไตวายเรื้อรัง

(ที่มา: <https://pharmacy.mahidol.ac.th/th/knowledge/article/360/ผลแลปเลือดกับโรคไตเรื้อรัง/service-knowledge-article.php>)

2.2.3. โรคเส้นเลือดฝอยที่ไตอักเสบ

โรคเส้นเลือดฝอยที่ไตอักเสบ (Glomerulonephritis) เกิดจากกลุ่มเส้นเลือดฝอยที่ไตอักเสบ ส่งผลให้ไตทำงานผิดปกติจนมีเซลล์เม็ดเลือดแดง โปรตีน และของเสียอื่น ๆ ปนออกไปกับปัสสาวะ โรคเส้นเลือดฝอยที่ไตอักเสบอาจเกิดขึ้นเองจากการติดเชื้อแบคทีเรียบางชนิด หรือจากโรคหลอดเลือดอักเสบ

2.2.4. โรคนิ่วในไต

โรคนิ่วในไต (Calculus or Stone) เป็นอีกหนึ่งโรคที่พบได้บ่อย ๆ เกิดจากปริมาณของเกลือและแร่ธาตุต่าง ๆ มีมากเกินไปที่ร่างกายจะขับออกมาทางปัสสาวะได้ จึงตกตะกอนเป็นก้อนนิ่วและมักไปอุดตันตามท่อน้ำต่าง ๆ ในระบบทางเดินปัสสาวะ การมีนิ่วในไตอาจทำให้ไตบาดเจ็บ และทำงานผิดปกติจนนำไปสู่ภาวะไตวายได้

2.2.5. โรคนี้่ว และการอุดตันของทางเดินปัสสาวะ

โรคนี้่ว และการอุดตันของทางเดินปัสสาวะ (Obstructive Nephropathy) ส่งผลให้เกิดภาวะไตบวมน้ำ (hydronephrosis)

2.3. โรคที่เกี่ยวข้องกับโรคไตและภาวะแทรกซ้อน

โรคที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการทำงานของไต และโรคแทรกซ้อนนั้นมีหลายโรค ซึ่งบางโรคนั้นอาจเป็นสาเหตุหลักของการป่วยเป็นโรคไตวายเรื้อรัง หรือโรคไตวายอื่นอีกด้วย

2.3.1. โรคเบาหวาน

โรคเบาหวาน (Diabetes) เป็นโรคที่มักก่อให้เกิดโรคไตวายเรื้อรัง เกิดจากความผิดปกติในการควบคุมน้ำตาลของร่างกาย ซึ่งเกิดได้จากกลไกหลายอย่างขึ้นกับสาเหตุ และชนิดของโรค เป็นที่ทราบกันว่าโรคเบาหวานทำให้เกิดภาวะแทรกซ้อนต่าง ๆ เช่น ทางตา หัวใจ และโดยเฉพาะอย่างยิ่งทางไต เป็นต้น สำหรับโรคไตในผู้ที่เป็โรคเบาหวานนั้น เกิดได้ทั้งจากโรคเบาหวานเองโดยตรง และจากภาวะอื่นที่พบในโรคเบาหวาน เช่น ภาวะความดันโลหิตสูง และภาวะติดเชื้อของระบบทางเดินปัสสาวะ เป็นต้น

2.3.2. โรคความดันโลหิตสูง

โรคความดันโลหิตสูง (Hypertension) เป็นภาวะที่ตรวจพบว่ามีความดันโลหิตอยู่ในระดับสูงผิดปกติ เนื่องด้วย ความดันที่สูงจะไปเพิ่มแรงดันให้กลุ่มหลอดเลือดฝอยได้รับอันตราย ยิ่งแรงดันสูงยิ่งทำให้อาจมีการรั่วของโปรตีนที่ออกมา กับปัสสาวะมากขึ้นอีกด้วย ทำให้เนื้อไตที่เกี่ยวข้องกับการกรองของเสียออกจากร่างกายเสื่อม ส่งผลให้ไตเสื่อมสมรรถภาพ และ อาจเกิดภาวะไตวายเฉียบพลันหรือไตวายเรื้อรังได้

2.3.3. ภาวะมีโปรตีนรั่วมาในปัสสาวะ

ภาวะมีโปรตีนรั่วมาในปัสสาวะ (Proteinuria) เป็นภาวะที่มีโปรตีนรั่วมากับปัสสาวะบ่งบอกถึงความผิดปกติของไต ซึ่งโดยในสภาวะปกตินี้้นมักจะตรวจไม่พบโปรตีนในปัสสาวะ หรืออาจตรวจพบได้ในปริมาณเล็กน้อย และเป็นเพียง บางครั้ง มีสาเหตุมาจากไตถูกทำลาย และอาจเกิดจากโรคแทรกซ้อนอื่นได้เช่นกัน ส่วนมากมักเกิดจาก 2 สาเหตุ คือ โรคเบาหวานลงไต และความดันโลหิตสูง

2.3.4. โรคเก๊าท์

โรคเก๊าท์ (Gout) เป็นโรคทางกล้ามเนื้อ ลักษณะของอาการจะเป็นการสะสมของผลึกกรดยูริกตามข้อต่างๆ ส่งผลให้ผู้ป่วยมีอาการปวด บวม แดงบริเวณข้ออย่างเฉียบพลัน มักเกิดจากภาวะที่ร่างกายมีกรดยูริกในเลือดสูง (Hyperuricemia) ซึ่งผู้ป่วยโรคเก๊าท์จะมีโอกาสเป็นโรคไตมากขึ้น และผู้ที่เป็โรคเก๊าท์แต่ไม่ควบคุมให้เหมาะสมก็จะส่งผลกระทบต่อไต ทำให้เกิดความเสียหายมากขึ้น และอาจจะนำไปสู่อาการไตวาย และอาการแทรกซ้อนอื่นๆ ได้

2.3.5. โรคแพ้ภูมิตัวเอง

โรคแพ้ภูมิตัวเอง หรือโรคฟุ่มพวง (Systemic Lupus Erythematosus หรือ SLE) อาการทางไตพบได้ในผู้ป่วยเด็ก โรค SLE เกือบทุกรายโดยมีความรุนแรงมากน้อยแตกต่างกัน ในระยะแรกมักไม่มีอาการและสามารถตรวจพบได้เมื่อส่งตรวจปัสสาวะ และเลือดเพื่อดูการทำงานของไต หากเกิดการทำลายของไตอย่างมากอาจจะพบโปรตีนหรือเลือดในปัสสาวะ และอาจมีอาการบวมโดยเฉพาะที่เท้าและขา

2.3.6. ภาวะเลือดจาง หรือ ภาวะซีด

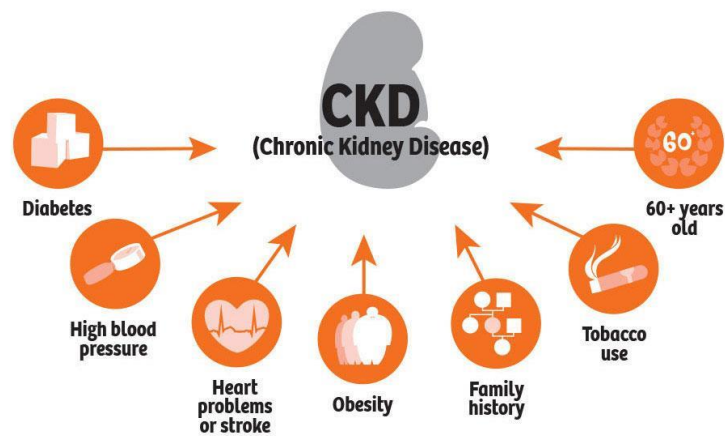
ภาวะเลือดจาง (Anemia) หรือ ภาวะซีด เป็นภาวะที่ปริมาณเม็ดเลือดแดงในเลือดน้อยกว่าปกติ ทำให้ผลิตออกซิเจนได้น้อยกว่าปกติ ส่งผลให้ร่างกายมีความผิดปกติ เหนื่อยง่าย อ่อนแรง ซึ่งเป็นภาวะที่พบได้มากในผู้ป่วยโรคไตวายเรื้อรังระยะสุดท้ายโดยมีสาเหตุมาจากการที่ไตสามารถสร้างฮอร์โมนอีริโทรพอยติน (Erythropoietin) ซึ่งเป็นฮอร์โมนสำคัญที่ผลิตได้ที่ไตน้อยลง

2.3.7. ภาวะไขมันในเลือดสูง

ภาวะไขมันในเลือดสูง (Hyperlipidemia) เป็นภาวะที่ร่างกายมีไขมันในเลือดมากกว่าคนปกติ เป็นปัจจัยเสี่ยงทำให้เกิดโรคหัวใจ โรคหลอดเลือด เลือดไหลไปเลี้ยงบริเวณต่าง ๆ ของร่างกายได้ไม่เพียงพอ และยังเป็นสาเหตุของโรคความดันโลหิตสูงที่เป็นสาเหตุการเกิดโรคไตเรื้อรังอีกด้วย

2.3.8. ภาวะฟอสฟอรัสในเลือดสูง

ภาวะฟอสฟอรัสในเลือดสูง (Hyperphosphate) เป็นภาวะที่ร่างกายได้รับฟอสฟอรัสเข้าไปมากเกินไป เมื่อร่างกายได้รับฟอสฟอรัสจากการดูดซึมผ่านลำไส้ ส่วนหนึ่งของฟอสฟอรัสจะถูกขับออกทางปัสสาวะ หากไตไม่สามารถทำงานได้ตามปกติ ฟอสฟอรัสก็จะถูกสะสมในร่างกาย ซึ่งในผู้ป่วยโรคไตวายมักจะขับฟอสฟอรัสออกได้น้อยเกินไป จึงส่งผลให้เกิดภาวะฟอสฟอรัสในเลือดสูงตามมา



รูปที่ 6 สาเหตุในการเกิดโรคไตวายเรื้อรัง

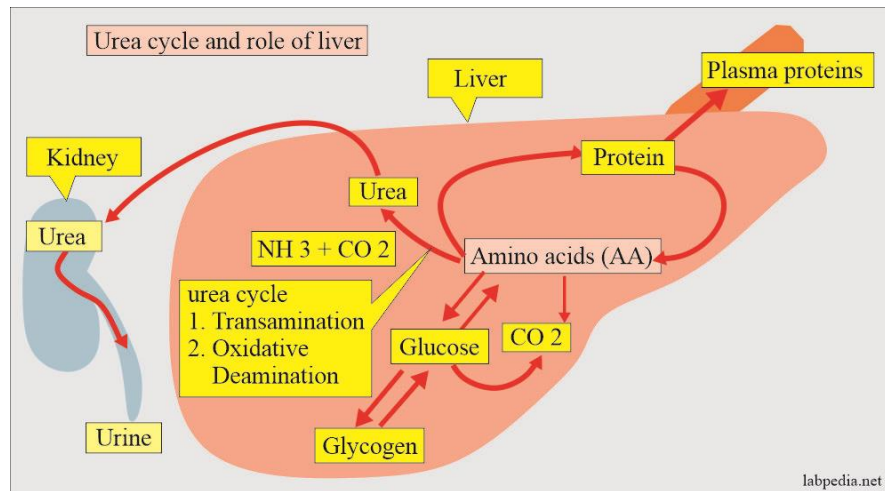
(ที่มา: <https://www.siemens-healthineers.com/fr-lu/laboratory-diagnostics/assays-by-diseases-conditions/kidney-disease/about-kidney-disease>)

2.4. การตรวจการทำงานของไต

การตรวจการทำงานของไต (Renal function test) คือ การตรวจดูสมรรถภาพการทำงานของไตได้จากการตรวจเลือดและการตรวจปัสสาวะ ซึ่งโดยหลัก ๆ จะประกอบไปด้วยการตรวจ BUN, Creatinine และ eGFR เพื่อดูว่าไตสามารถทำหน้าที่กรองของเสียออกจากเลือดขับทิ้งปัสสาวะได้เป็นปกติหรือไม่

2.4.1. Blood Urea Nitrogen

Blood Urea Nitrogen หรือ BUN คือ การตรวจเลือดเพื่อหาปริมาณยูเรีย ซึ่งมีเป้าหมายเพื่อตรวจดูการทำงานของไต ช่วยประเมินผล และช่วยติดตามผลการรักษาในโรคไต จะมีการตรวจ BUN ก็ต่อเมื่อ ผู้ป่วยมีอาการเหนื่อยอ่อน เบื่ออาหาร นอนไม่หลับ มีอาการบวม น้ำบริเวณขอบตา ใบหน้า ต้นขา ข้อเท้า หลังเท้า ปัสสาวะมีลักษณะเป็นฟองมาก ผิดปกติ หรือมีเลือดปน หรือมีสีคล้ายกาแฟ ถ่ายปัสสาวะในแต่ละครั้งออกมาได้น้อยกว่าปกติ มีความผิดปกติเกี่ยวกับการถ่ายปัสสาวะในด้านอื่น ๆ เช่น รู้สึกแสบร้อน ถ่ายปัสสาวะบ่อย มีอาการปวดหลังตรงบั้นเอวใกล้เคียงกับตำแหน่งของไต ซึ่งค่าปกติของ BUN ในผู้ใหญ่ จะอยู่ที่ 10 - 20 mg/dL และค่าปกติทั่วไปของ BUN ในเด็ก จะอยู่ที่ 5-18 mg/dL หากตรวจแล้วพบว่าค่า BUN สูงกว่าปกติ อาจบ่งบอกได้ว่าไตกำลังเสียหายหรือตกอยู่ในอันตรายจากเหตุสำคัญหรือโรคร้ายแรง จึงทำให้ไตทำหน้าที่ไม่ได้

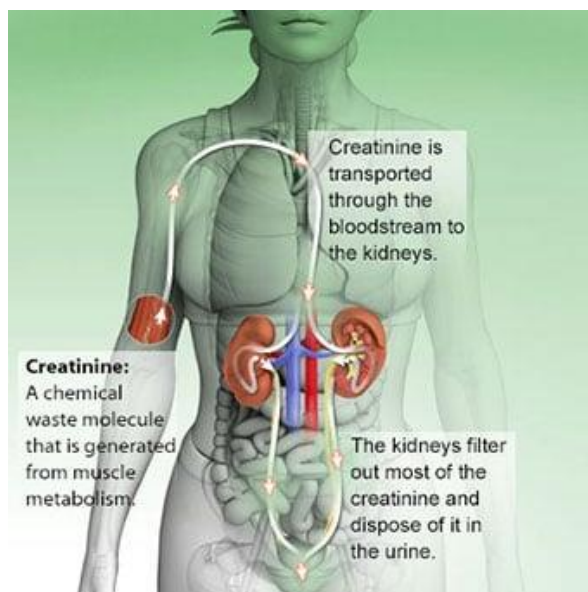


รูปที่ 7 วัฏจักรของยูเรีย

(ที่มา: <https://labpedia.net/blood-urea-nitrogen-bun-or-urea-nitrogen-and-bun-creatinine-ratio/>)

2.4.2. Creatinine

Creatinine หรือ Cr คือ การตรวจสอบสมรรถภาพการทำงานของไตจากค่า Creatinine โดยค่า Creatinine เป็นสารของเสียจากกล้ามเนื้อ ซึ่งเกิดจากการแตกสลายของ creatine phosphate ในกล้ามเนื้อ ร่างกายคนเราจะสร้าง Creatinine ขึ้นในอัตราที่คงที่ โดยอัตราการสร้างขึ้นกับมวลกล้ามเนื้อของแต่ละคน โดยมีทำหน้าที่กรอง Creatinine โดยไม่มีการดูดกลับ ถ้าหากการทำหน้าที่กรองของไตเสียไปโดยไม่สามารถทำหน้าที่ได้ตามปกติ จะสามารถตรวจพบระดับของ Creatinine ในเลือดเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้ในการวัดผลค่า eGFR ยังเกิดจากการใช้ค่า Creatinine มาคำนวณอีกด้วย ดังนั้น การตรวจ Creatinine จึงเป็นตัวบ่งชี้ที่ดีในการคัดกรอง วินิจฉัย ประเมินการรักษา และติดตามการรักษาโรคไตได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะในผู้ที่มีโรคประจำตัวที่เสี่ยงต่อการเกิดไตเสื่อมต่าง ๆ เช่น โรคเบาหวาน ความดันโลหิต หรือผู้ที่ได้รับยาบางชนิด ซึ่งจำเป็นต้องตรวจหาสาเหตุของโรค และตรวจประเมินการทำงานของไต ค่าปกติทั่วไปของ Creatinine ในผู้ชาย คือ 0.6 - 1.2 mg/dL ค่าปกติทั่วไปของ Creatinine ในผู้หญิง คือ 0.5 - 1.1 mg/dL ค่าปกติทั่วไปของ Creatinine ในเด็ก คือ 0.3 - 0.7 mg/dL และค่าวิกฤติของ Creatinine คือ > 4.0 mg/dL



รูปที่ 8 วัฏจักรของ Creatinine

(ที่มา: https://www.medicinenet.com/creatinine_blood_test/article.htm)

2.4.3. Estimated Glomerular Filtration Rate

Estimated Glomerular Filtration Rate หรือ eGFR คือ การตรวจหาค่าอัตราการไหลของเลือดผ่านตัวกรองไต ในหนึ่งนาที โดยเป็นค่าที่ได้จากการคำนวณโดยใช้ค่า Creatinine ในเลือดของผู้รับการตรวจแต่ละคน ค่า Creatinine ยิ่งสูง จะยิ่งทำให้ eGFR มีค่าต่ำ ในปัจจุบันแพทย์โรคไตทั่วโลก รวมทั้งสมาคมโรคไตแห่งประเทศไทย ได้ใช้ค่า eGFR ในการบอกสถานะของไต และบ่งบอกถึงลักษณะความรุนแรงของโรคไตวายเรื้อรังเป็นค่าที่สำคัญมากที่สุดในการติดตามผลโรคไตวายเรื้อรัง โดยจะแบ่งออกเป็น 5 ระยะ ในคนปกตินั้นจะมีค่า eGFR อยู่ประมาณ 125 ถ้าเริ่มมีค่าต่ำกว่า 90 อาจถือได้ว่าไตเริ่มมีอาการเสื่อมตัว เพราะอย่างนี้จึงบอกได้ว่า eGFR ยิ่งมากยิ่งดี ยิ่งน้อยยิ่งบอกได้ว่าไตมีการเสื่อมการทำงานลง การคำนวณค่า eGFR สามารถคำนวณได้จากหลายสูตร ตามแต่เงื่อนไขของชนชาติ เพศ ระดับค่า Sc (Serum Creatinine) หรือ Creatinine ในเลือด สูตรที่แพทย์เลือกนำมาใช้จะเป็นสูตรรูปแบบ Asian Modified CKD Equation ซึ่งจะนำค่าอายุ และ ค่า Creatinine มาคำนวณ โดย eGFR จะมีหน่วยเป็น (mL/min/1.73m²)

ตารางที่ 1 สูตรคำนวณ EGFR รูปแบบ ASIAN MODIFIED CKD EQUATION

Asia Modified CKD-EPI Equation		
Sex	Sc (Serum Creatinine)	Equation for Estimating GFR (mL/min/1.73m ²)
Female	≤ 0.7 mg/dL	$151 \times (Sc \div 0.7)^{-0.328} \times 0.993^{Age}$
Female	≥ 0.7 mg/dL	$151 \times (Sc \div 0.7)^{-1.210} \times 0.993^{Age}$
Male	≤ 0.9 mg/dL	$149 \times (Sc \div 0.9)^{-0.412} \times 0.993^{Age}$
Male	≥ 0.9 mg/dL	$149 \times (Sc \div 0.9)^{-1.210} \times 0.993^{Age}$

ตารางที่ 2 การแบ่งระยะตามระดับอัตราการกรองของไตหรือ eGFR

ระยะของโรคไตเรื้อรัง	eGFR (mL/min/1.73m ²)	คำจำกัดความ
ระยะที่ 1	≥ 90 และ < 120	ไตเริ่มเสื่อม พบโปรตีนในปัสสาวะ ค่า eGFR ปกติ
ระยะที่ 2	60 - 89	ไตเสื่อม การทำงานของไตเริ่มลดลง อัตราการกรองของไตลดลงเล็กน้อย
ระยะที่ 3	30 - 59	อัตราการกรองของไตลดลงเล็กน้อยถึงปานกลาง
ระยะที่ 4	15 - 29	ไตเริ่มวาย อัตราการกรองลดลงมาก
ระยะที่ 5	< 15 หรือ ฟอกไต (Dependence on Renal Dialysis)	ไตวายระยะสุดท้าย (ESRD) มี 2 รูปแบบ: 1.ผู้ป่วยไม่ได้ฟอกไต 2.ผู้ป่วยฟอกไต

2.5. ปัจจัยและผลการตรวจแลบที่สำคัญในโรคไตวายเรื้อรัง

ในการติดตามอาการ และวินิจฉัยอาการของผู้ป่วยเป็นโรคไตวายเรื้อรังนั้น มีความจำเป็นที่จะต้องใช้ผลการตรวจแลบหลายผลด้วยกัน โดยตัวสำคัญที่จะนำมาพิจารณาในโครงการนี้จะมีทั้งหมด 10 ผลแลบ และจะสามารถมองแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มด้วยกัน ได้แก่ ผลการตรวจแลบกลุ่มไต ผลการตรวจแลบโรคแทรกซ้อน และผลการตรวจแลบที่อาจมีสาเหตุได้จากทั้ง 2 กลุ่มโรค

2.5.1. ผลการตรวจแลบกลุ่มไต

ผลการตรวจแลบในกลุ่มไตนั้นมีทั้งหมด 6 ผลการตรวจแลบด้วยกัน ได้แก่

1. eGFR
 - 1.1. Creatinine ในเลือด
2. ภาวะฟอสฟอรัสในเลือดสูง (Hyperphosphatemia): Inorganic Phosphate
 ภาวะมีโปรตีนรั่วมาในปัสสาวะ: แบ่งเป็น 4 ผลแลบได้แก่
3. Urine Protein Test หรือ Protein Dipstick
4. Urine Protein to Creatinine Ratio:
 - 4.1. Creatinine (Urine)
 - 4.2. Protein (Random Urine)
5. Urine Protein (24 hr.)
6. Microalbumin (Urine)

2.5.2. Estimate Glomerular Filtration Rate (eGFR)

เป็นผลแลบที่ได้จากการนำผลการตรวจแลบ Creatinine ในเลือด มาคำนวณ ใช้ในการดูประสิทธิภาพการทำงานของไต เป็นตัวที่สำคัญที่สุดในโรคไตวายเรื้อรัง เพราะใช้แบ่งระดับความรุนแรง และติดตามความเป็นไปของโรคไตวายเรื้อรัง หรือ Chronic Kidney Disease ในคนปกติการลดลงของ eGFR นั้นจะลดลงต่อปีที่ไม่มากตามอายุ หรือปัจจัยทางร่างกายอื่น ๆ แต่หากเป็นผู้ป่วยที่ไตทำงานผิดปกติก็จะส่งผลให้ eGFR ลดลงอย่างรวดเร็วกว่าปกติ หากอาการดีขึ้นผล eGFR ก็อาจกลับมาดีขึ้นได้เช่นกัน โดยในการพิจารณาลักษณะอาการของผู้ป่วยนั้น จะดูจากระดับความรุนแรงของโรค (Stage) และ อัตราการสูญเสียหน้าที่ของไตต่อปี (eGFR Drop Rate หรือ CKD Progression) มีหน่วยเป็น (mL/min/year) โดยแพทย์สามารถสรุปเป็นตารางออกมาได้ว่า ถ้าอัตราการสูญเสียหน้าที่ของไตต่อปีเป็นเท่าไรก็สามารถบอกได้ว่าเป็นการอัตราการลดลงของ eGFR ที่เร็ว (Rapid Progress) เป็นธรรมชาติของตัวโรค (Nature Progress) หรือ ช้า (Slow Progress) แพทย์มีความต้องการที่จะชะลอการเสื่อมของไต หรือ อัตราการสูญเสียหน้าที่ของไตลง จึงเป็นตัวที่ขาดไม่ได้หากต้องการที่จะพิจารณาโรคไตเรื้อรัง

จากการสอบถามกับทางแพทย์ได้ข้อสรุปว่านอกจากการพิจารณา อัตราการสูญเสียหน้าที่ของไตแบบรายปีแล้ว ยังสามารถมองรูปแบบอัตราการสูญเสียหน้าที่ของไตเป็นรูปแบบ ต่อเดือนได้เช่นกัน ซึ่งค่าในตารางก็จะเปลี่ยนไปเช่นกันโดยข้อสรุปตรงนี้เกิดจากการสังเกตของทางแพทย์เอง

ตารางที่ 3 อัตราการสูญเสียหน้าที่ของไต ต่อปี

eGFR Drop Rate (mL/min/year)	CKD Progression
> 4	Rapid Progress
2 – 4	Nature Progress
2 <, รวมถึงค่าไม่เปลี่ยนแปลง หรือ ค่ามีการเพิ่มขึ้น	Slow Progress

ตารางที่ 4 อัตราการสูญเสียหน้าที่ของไต ต่อเดือน

eGFR Drop Rate (mL/min/year)	CKD Progression
> 1	Rapid Progress
0.5 – 1	Nature Progress
0.5 <, รวมถึงค่าไม่เปลี่ยนแปลง หรือ ค่ามีการเพิ่มขึ้น	Slow Progress

ข้อพิจารณาเพิ่มเติมในส่วนของอัตราการสูญเสียหน้าที่ของไต (CKD Progression) คือ ในผู้ป่วยโรคไตวายเรื้อรังที่เป็นโรคแทรกซ้อน เช่น เป็นเบาหวาน แล้วยังมีภาวะโปรตีนรั่วในปัสสาวะร่วมด้วย อาจจะส่งผลให้อัตราการลดลงของค่า eGFR ลดลงถึง 10 mL/min/year ซึ่งมีความอันตรายเป็นอย่างมาก

2.5.3. Creatinine ในเลือด

Creatinine ในเลือด หรือ เป็นของเสียที่เกิดจากการสลายกล้ามเนื้อ ที่สามารถพบได้ในเลือด และสามารถถูกขับออกทางไตด้วยปริมาณคงที่ในแต่ละวัน ใช้ในการคำนวณค่า eGFR ซึ่งจะใช้สูตรคำนวณแบบ Asian Modified CKD-EPI equation มีหน่วยเป็น (mg/dL)

2.5.4. ภาวะฟอสฟอรัสในเลือดสูง (Hyperphosphatemia)

ในการพิจารณาลักษณะอาการของผู้ป่วยโรคไตวายเรื้อรังว่ามีภาวะฟอสฟอรัสในเลือดสูงหรือไม่นั้น จะพิจารณาจากผลการตรวจแลปที่มีชื่อว่า Inorganic Phosphate ดังนี้

Hyperphosphatemia: Inorganic Phosphate > 4.5 mg/dL

2.5.5. ภาวะมีโปรตีนรั่วในปัสสาวะ (Proteinuria)

ในการพิจารณาลักษณะอาการของผู้ป่วยโรคไตวายเรื้อรังว่ามีภาวะมีโปรตีนรั่วในปัสสาวะหรือไม่นั้น จะสามารถพิจารณาได้จากผลการตรวจแลปทั้ง 4 ตัว ซึ่งหากผลแลปตัวใดตัวหนึ่งมีการตรวจพบโปรตีนที่รั่วมาในปัสสาวะเกินเกณฑ์ที่กำหนดก็จะถือว่าผู้ป่วยคนนั้นมีภาวะมีโปรตีนรั่วในปัสสาวะทันที แต่โดยการตรวจทั่วไปแล้วจะไม่ได้ทำการตรวจครบทุกผลแลปทุกครั้ง แต่ทุกผลควรมีแนวโน้มของค่าไปในทิศทางเดียวกัน โดยจะมีการแบ่งลักษณะการตรวจแลปออกเป็น 2 รูปแบบคือ ผลแลปเชิงคุณภาพ ที่โดยมากใช้ในการกรองผู้ป่วยที่เกิดภาวะมีโปรตีนรั่วในปัสสาวะ และ ผลแลปเชิงปริมาณ ที่โดยมากใช้ในการติดตามผลว่าผู้ป่วยมีอาการดีขึ้น หรือแย่ลง

ผลแลปเชิงคุณภาพ (Qualitative)

1. การตรวจสอบโปรตีนในปัสสาวะแบบใช้แถบจุ่ม (Urine Protein Test หรือ Protein Dipstick)

จะตรวจสอบโดยการใช้แผ่นทดสอบสำเร็จรูปที่มีสารเคมีเคลือบซึ่งมีความไวต่อการตรวจพบโปรตีนชนิดอัลบูมินมากที่สุด จึงเป็นวิธีการตรวจที่สะดวก และรวดเร็วที่สุด จึงมักใช้เป็นแลปตัวแรกในการกรองผู้ป่วยว่าอาจมีภาวะผิดปกติทางไตหรือไม่ ถ้าหากมีโปรตีนรั่วมาในปัสสาวะ ก็อาจจำเป็นต้องตรวจสอบผลแลปตัวอื่นเพิ่มในลำดับถัด ๆ ไป

ลักษณะผลตรวจสามารถสังเกตได้จาก เมื่อทำการทดสอบบริเวณส่วนปลายของแผ่นทดสอบสำเร็จรูป จะเกิดการเปลี่ยนสีจากสีเหลืองเป็นสีน้ำเงินหากมีโปรตีนรั่วมาในปัสสาวะ ซึ่งแต่ละสีจะบ่งบอกถึงปริมาณโปรตีนที่รั่วมาทางปัสสาวะที่ต่างกัน โดยผลจะแบ่งออกเป็นดังนี้

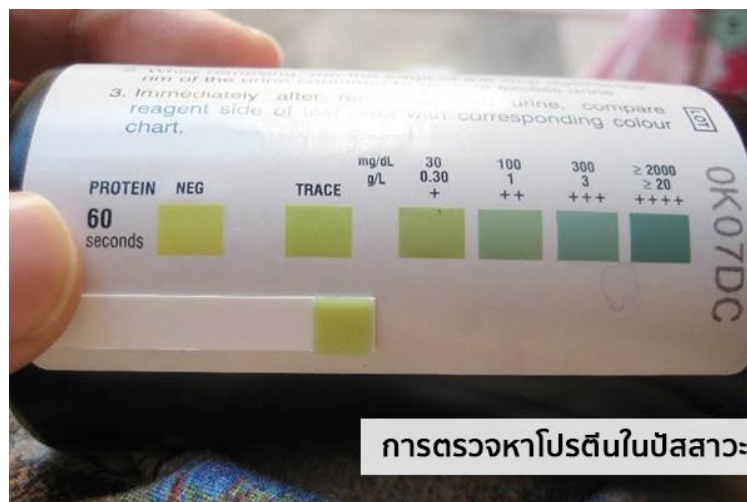
ตารางที่ 5 ลักษณะผลการตรวจสอบการมีโปรตีนรั่วในปัสสาวะด้วย วิธีการใช้แผ่นทดสอบสำเร็จรูป

ผลการทดสอบ	ปริมาณโปรตีนที่รั่วมาในปัสสาวะ
สีเหลือง หรือ Negative	0 mg/dL (ไม่พบโปรตีน)
สีเหลืองอมเขียวอ่อน หรือ Trace	15 – 30 mg/dL
สีเหลืองอมเขียว หรือ 1+	30 – 100 mg/dL
สีเขียว หรือ 2+	100 – 300 mg/dL
สีเขียวเข้ม หรือ 3+	300 – 1000 mg/dL
สีน้ำเงิน หรือ 4+	มากกว่า 1000mg/dL (พบโปรตีนมาก)

หลักในการพิจารณาว่าผู้ป่วยโรคไตวายเรื้อรังเกิดภาวะมีโปรตีนรั่วในปัสสาวะร่วม ด้วยวิธีการแถบจุ่มเป็นดังนี้

มีภาวะโปรตีนรั่วในปัสสาวะ: Protein = 2 +

มีภาวะโปรตีนรั่วในปัสสาวะขั้นรุนแรง: Protein \geq 3 +



รูปที่ 9 ผลการตรวจสอบการมีโปรตีนรั่วในปัสสาวะด้วย วิธีการใช้แผ่นทดสอบสำเร็จรูป

[https://medthai.com/การตรวจโปรตีนในปัสสาวะ/#:~:text=ภาวะมีโปรตีนในปัสสาวะ,ดันโลหิตสูง%20\(Hypertensive%20nephrosclerosis\)](https://medthai.com/การตรวจโปรตีนในปัสสาวะ/#:~:text=ภาวะมีโปรตีนในปัสสาวะ,ดันโลหิตสูง%20(Hypertensive%20nephrosclerosis))

ผลแปลเชิงปริมาณ (Quantitative)

1. Urine Protein to Creatinine Ratio

เป็นการตรวจสอบการเกิดภาวะมีโปรตีนรั่วในปัสสาวะ โดยใช้อัตราส่วนระหว่างผลการตรวจแปล 2 ผลในการคำนวณ นั่นคือ

1.1. Protein (Random Urine)

เป็นการตรวจผลโปรตีนการเก็บตัวอย่างของปัสสาวะแบบสุ่มช่วงเวลา มีหน่วยเป็น (mg/dL)

1.2. Creatinine ในปัสสาวะ หรือ (Creatinine Urine)

เป็นการตรวจผลค่า Creatinine ที่ออกมาทางปัสสาวะ มีหน่วยเป็น (mg/dL)

โดยจะมีสูตรคำนวณ และหลักในการพิจารณาอาการดังนี้

$$\text{Urine Protein to Creatinine Ratio} = \frac{\text{Protein (Random Urine)} (\text{หน่วย mg/dL})}{\text{Urine Creatinine} (\text{หน่วย mg/dL})}$$

มีภาวะโปรตีนรั่วในปัสสาวะ: Urine Protein to Creatinine Ratio > 0.15 และ < 3

มีภาวะโปรตีนรั่วในปัสสาวะขั้นรุนแรง: Urine Protein to Creatinine Ratio ≥ 3

2. Urine Protein (24 hr.)

เป็นวิธีที่ยุ่งยาก โดยจะต้องเก็บปัสสาวะตลอด 24 ชั่วโมง แล้วจึงนำมาทำการตรวจสอบโปรตีน แต่มีข้อดีคือ ค่าของผลตรวจนี้จะมีความน่าเชื่อถือ และ variance น้อย โดยจะมีหลักในการพิจารณาอาการดังนี้

มีภาวะโปรตีนรั่วในปัสสาวะ: Urine Protein (24 hr.) > 0.15 g/day และ < 3 g/day

มีภาวะโปรตีนรั่วในปัสสาวะขั้นรุนแรง: Urine Protein (24 hr.) ≥ 3 g/day

หมายเหตุ: วิธีการตรวจสอบภาวะการมีโปรตีนรั่วในปัสสาวะ ทั้งการตรวจด้วยวิธี Urine Protein to Creatinine Ratio และ Urine Protein (24 hr.) ผลที่ได้ในการตรวจผู้ป่วยคนนั้น ๆ ในแต่ละครั้งจะมีค่าเทียบเท่ากัน

3. Microalbumin (Urine)

ใช้สำหรับตรวจโมเลกุลขนาดเล็กของโปรตีนที่ผลแลบอื่นไม่สามารถตรวจสอบได้ มีหน่วยเป็น (mg/L)

มีภาวะโปรตีนรั่วในปัสสาวะ: **Microalbumin (Urine) > 30 mg/L และ \leq 300 mg/L**

มีภาวะโปรตีนรั่วในปัสสาวะขั้นรุนแรง: **Microalbumin (Urine) \geq 300 mg/L**

2.5.6. กลุ่มโรคแทรกซ้อน

ผลการตรวจแลบในกลุ่มโรคแทรกซ้อนนั้นมีทั้งหมด 3 ผลการตรวจแลบด้วยกัน ได้แก่

1. เบาหวาน (Diabetes): Hemoglobin A1C
2. ภาวะความดันโลหิตสูง (Hypertension): ความดันโลหิต (ความดันช่วงบน (Systolic) / ความดันช่วงล่าง (Diastolic))
3. โรคเก๊าท์ (Gout) หรือ ภาวะที่ร่างกายมีกรดยูริกในเลือดสูง (Hyperuricemia): Uric Acid

เบาหวาน (Diabetes)

ในการตรวจสอบว่าผู้ป่วยมีภาวะเบาหวานหรือไม่ สามารถตรวจสอบได้จากการตรวจค่า Hemoglobin A1C ซึ่งเป็นตัวชี้วัดการควบคุมระดับน้ำตาลว่าควบคุมได้ดีหรือไม่ มักก่อให้เกิดโรคไตวายเรื้อรัง และทำให้ไตวายเร็วขึ้น หากผู้ป่วยป่วยเป็นโรคเบาหวานและมีภาวะโปรตีนรั่วในปัสสาวะ อาจส่งผลให้ค่าอัตราการลดลงของ eGFR ลดลงถึง 10 ต่อปี ซึ่งถือว่าปัจจัยที่มีความสำคัญอย่างมาก โดยมีหลักในการพิจารณาว่าผู้ป่วยไตวายเรื้อรังมีภาวะเบาหวานหรือไม่นั้นเป็นดังนี้

มีภาวะเบาหวาน: **Hemoglobin A1C > 7 %**

ภาวะความดันโลหิตสูง (Hypertension)

ภาวะความดันโลหิตสูง มักก่อให้เกิดโรคไตวายเรื้อรัง ร่วมกับโรคเบาหวาน ในการตรวจสอบความดันโลหิตจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ความดันช่วงบนขณะที่หัวใจบีบตัว (Systolic) และความดันช่วงล่างขณะที่หัวใจคลายตัว (Diastolic) โดยมีหน่วยเป็น (mmHg) มีหลักในการพิจารณาว่าผู้ป่วยไตวายเรื้อรังมีภาวะความดันโลหิตสูงหรือไม่ดังนี้

มีภาวะความดันโลหิตสูง: **Blood Pressure > 140 (Systolic) / 90 (Diastolic)mmHg (ตัวใดตัวหนึ่ง)**

หมายเหตุ: หากมีค่าใดค่าหนึ่งไม่ว่าจะเป็น ความดันช่วงบน หรือความดันช่วงล่างที่เกินเกณฑ์ ก็จะมีภาวะความดันโลหิตสูงทันที

โรคเก๊าท์ (Gout) หรือ ภาวะที่ร่างกายมีกรดยูริกในเลือดสูง (Hyperuricemia)

ในการตรวจสอบว่าผู้ป่วยมีภาวะกรดยูริกในเลือดสูงนั้น จะตรวจจากผล กรดยูริกในเลือด (Uric Acid) โดยมีหลักในการพิจารณาว่าหากผู้ป่วยไตวายเรื้อรังมีค่าระดับ Uric Acid ในเลือดสูงกว่าปกติก็จะถือว่าเป็นภาวะกรดยูริกในเลือดสูง โดยมีหน่วยเป็น (mg/dL)

Gout or Hyperuricemia: Uric acid > 5.5 mg/dL

2.5.7. กลุ่มที่เป็นได้ทั้งโรคไตและโรคแทรกซ้อน

ผลการตรวจในกลุ่มที่เป็นได้ทั้งโรคไตและโรคแทรกซ้อนมี 1 ผลการตรวจแลป ได้แก่

1. ภาวะเลือดจาง (Anemia) หรือ ภาวะซีด: Hemoglobin

ภาวะเลือดจาง หรือภาวะซีดส่งผลให้ทำงานไม่ดี จะตรวจจากผลระดับของ Hemoglobin ในเลือด โดยมีหลักในการพิจารณาดังนี้


มีภาวะซีด หรือ ภาวะเลือดจาง: Hemoglobin < 9 g/dL

หมายเหตุ: ผลการตรวจแลปที่ใช้คำนวณในผลการตรวจสอบอื่น จะไม่ถูกนับรวมเป็นผลการตรวจแลปหลัก เนื่องจากถูกใช้สำหรับการคำนวณเท่านั้น ได้แก่ Creatinine ในเลือด, Creatinine ในปัสสาวะ และ Protein (Random Urine)

2.6. ลำดับความรุนแรงของโรคแทรกซ้อนที่ส่งผลต่อโรคไตวายเรื้อรัง

โรคไตวายเรื้อรังเป็นโรคกลุ่มไตที่มักมีสาเหตุการเกิด และมีปัจจัยความรุนแรงที่มากขึ้นจากผลกระทบของโรคแทรกซ้อนอื่น ซึ่งแพทย์สามารถลำดับระดับความรุนแรงของภาวะแทรกซ้อนที่มีผลต่อโรคไตวายเรื้อรังได้ดังนี้

ตารางที่ 6 ระดับความรุนแรงของโรคแทรกซ้อนที่ส่งผลต่อโรคไตวายเรื้อรัง

ระดับความรุนแรงของผลกระทบ แต่ละ Factor ที่มีต่อ CKD	ปัจจัยและผลการตรวจแลป
รุนแรงมาก	eGFR
	Proteinuria และ Diabetes
	Hypertension
	Gout or Hyperuricemia
	Anemia
รุนแรงน้อย	Hyperphosphatemia

2.7. ลักษณะการรักษาของโรคไตวายเรื้อรัง

ในการรักษาผู้ป่วยโรคไตเรื้อรัง จะขึ้นอยู่กับสาเหตุของโรค ระยะของโรคที่เป็น และโรคแทรกซ้อนหรือโรคร่วมที่มีอยู่ ประกอบด้วย โดยแบ่งการรักษาเป็น 2 ลักษณะได้ดังนี้

1. การรักษาด้วยวิธีทั่วไปมุ่งเน้นไปที่การชะลอการเสื่อมหน้าที่ของไต ในรูปแบบนี้จะมีการ ควบคุมพฤติกรรม การกิน การใช้ชีวิต ควบคุมโรคประจำตัวเช่น โรคเบาหวาน โรคความดันโลหิต และโรคที่ส่งผลอื่นๆ ให้ดี ถ้าหากสามารถควบคุมได้ดี ก็จะสามารถชะลอการเสื่อมของไตลงได้ โดยยารักษาของโรคไตวายเรื้อรังเองนั้นไม่มี เพราะฉะนั้นในการรักษาผู้ป่วยเป็นโรคไตวายเรื้อรัง จะจ่ายยาเพื่อรักษาโรคประจำตัวที่ส่งผลต่อไต หรือโรคแทรกซ้อนต่าง ๆ แทน แต่ก็มีความจำเป็นของผู้ป่วยโรคไตวายเรื้อรังที่ไม่ได้มีโรคประจำตัวมาก่อนก็อาจต้องรักษาด้วยการควบคุมพฤติกรรม การกินแทน

2. การรักษาด้วยวิธีบำบัดทดแทนไต (Renal Replacement Therapy) เป็นกระบวนการรักษาผู้ป่วยโรคไตวายเรื้อรังระยะที่ 5 เพื่อทดแทนการทำงานของไตที่ไม่สามารถทำงานได้ วิธีนี้จะช่วยจัดการของเสียที่ค้างอยู่ในร่างกายได้ จะมี 3 วิธี ได้แก่

1. การฟอกเลือด หรือ ฟอกไต
2. การล้างไตทางช่องท้อง
3. การปลูกถ่ายไต

โดยในโครงการฉบับนี้จะมีการใช้ข้อมูลของกลุ่มยา อยู่ 5 ประเภทด้วยกัน

1. Antihypertensive: เป็นกลุ่มของยาที่ใช้รักษาภาวะความดันโลหิตสูง
2. Antidiabetic: เป็นกลุ่มของยาที่ใช้รักษาโรคเบาหวาน
3. Antiproteinuria: เป็นกลุ่มของยาที่ใช้รักษาภาวะมีโปรตีนรั่วในปัสสาวะ
4. Gout Drug: เป็นกลุ่มยาที่ใช้รักษาโรคเกาต์
5. Lipids Lowering Agent: เป็นกลุ่มยาที่ใช้ลดไขมันในเลือด

2.8. ผู้ป่วยนอก (OPD หรือ Out-Patient-Department)

ผู้ป่วยนอก หมายถึง ผู้ป่วยที่รับการรักษาแบบไม่ต้องนอนพักที่โรงพยาบาล มักเป็นอาการเจ็บป่วย เล็กน้อย ไม่รุนแรงมากนัก โดยเมื่อผู้ป่วยมีการเข้ามาตรวจในโรงพยาบาล ผู้ป่วยคนนั้นก็จะได้ เลข OPD ที่อาจไม่ซ้ำกันในทุกครั้ง เหมือนกับบัตรคิว

2.9. หมายเลขประจำตัวของผู้ป่วย (Hospital Number หรือ HN)

HN เป็นหมายเลขประจำตัวของผู้ป่วยนอก จะออกให้เมื่อคนไข้มีการลงทะเบียนเป็นผู้ป่วยของโรงพยาบาล โดยในแต่ละโรงพยาบาลอาจให้เลข HN กับคนไข้แต่ละคนไม่เหมือนกัน โดยตัวเลขนี้เป็นเหมือนบัตรประชาชนของผู้ป่วยแต่ละคนจะถูกใช้ในการอ้างอิงเมื่อทำข้อมูลในระบบ

2.10. บัญชีจำแนกทางสถิติระหว่างประเทศของโรคและปัญหาสุขภาพที่เกี่ยวข้อง(International Classification of Diseases หรือ ICD)

ICD เป็นระบบที่มีองค์ประกอบสำคัญ 2 ส่วน

1. ระบบจัดหมวดหมู่ของโรค และปัญหาสุขภาพต่างๆที่พบในมนุษย์
2. ระบบรหัสโรค และรหัสปัญหาสุขภาพ โดยรหัส ICD จะเป็นชุดรหัสที่ประกอบไปด้วยอักษรผสมตัวเลข ซึ่งแต่ละรหัสจะบ่งบอกว่าหมายถึงโรคอะไร

2.11. Recommendation System

เป็นระบบที่จะสกัดหาคุณลักษณะ รูปแบบความชอบ จากพฤติกรรมของมนุษย์ โดยจะทราบความชอบได้ก็มักจะมาจากข้อมูลการประเมิน การให้ Rating หรือ คะแนน Feedback ต่างๆ เมื่อทราบแล้วจึงจะนำไปใช้ทำนายว่าสิ่งใดที่มนุษย์คนนั้นจะชอบ แล้วจะทำการแนะนำให้ ตัวอย่างเช่น Facebook, YouTube, Amazon, Netflix เป็นต้น

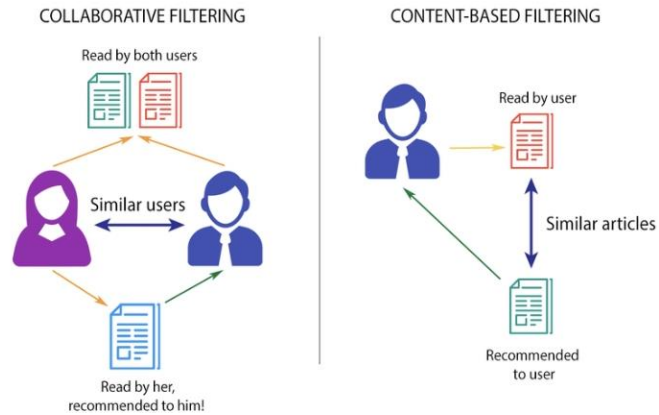
2.11.1. Content-based Filtering

ระบบจะอาศัยความเหมือนของ Item Content จาก History Profile ของแต่ละคนมาแนะนำ ไม่มีการเปรียบเทียบกับ user คนอื่น สามารถใช้กับสินค้าใหม่ๆได้เลย แค่เพียงเรารู้ข้อมูลของสินค้าใหม่ อีกทั้งยังสามารถที่จะเลือกได้ว่าควรจะแนะนำหนังเรื่องนี้ให้ใครบ้างและยังสามารถอธิบายได้ว่าทำไมถึงเลือกสินค้าที่จะมาแนะนำ (Explainable) ใช้แค่เพียงข้อมูลของผู้ใช้นั้น ๆ ในการเลือกสินค้าที่จะมานำเสนอ

2.11.2. Collaborative Filtering

ระบบจะหาความเหมือนจากกลุ่ม User ที่มีความชอบใกล้เคียงกันมาแนะนำให้กัน โดยหลักๆแล้ว Collaborative filtering จะประกอบด้วย

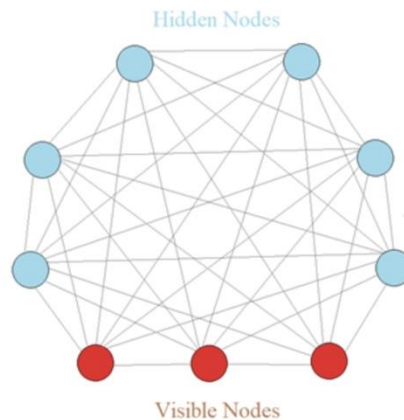
1. Memory-based ซึ่งจะเน้นไปในทางที่ดูข้อมูลแล้วหาความสัมพันธ์ (หรือความคล้าย) ระหว่างผู้ใช้หรือสินค้า จากข้อมูลตรงๆ
2. Model-based นั้น จะมีการใช้เทคนิคของ Machine Learning เพื่อหา User Embedding และ Item Embedding มาทำนาย Rating ที่ผู้ใช้จะให้กับสินค้า หรือ Relevance Score
3. Hybrid คือ ใช้หลายๆวิธีการมารวมกัน



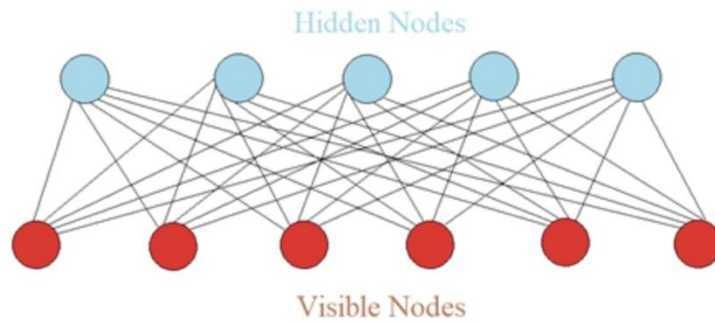
รูปที่ 10 ข้อแตกต่างระหว่าง Collaborative filtering และ Content-based Filtering

2.11.3. Restricted Boltzmann machines (RBMs)

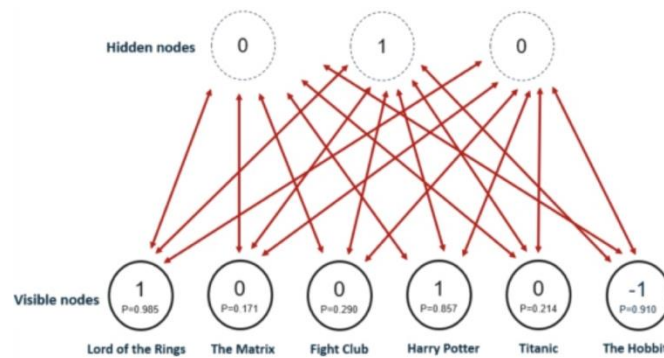
เป็น Generative Model หรือ โมเดลที่ใช้ในการสร้างข้อมูลใหม่ ชนิด Unsupervised Neural Network มีโครงสร้างพื้นฐานมาจาก Boltzmann Machine (BM) แต่แตกต่างตรงไม่ได้มีโครงสร้าง Network แบบ Mesh เหมือน BM จุดมุ่งหมายของหลัก RBM คือ การค้นหา Pattern ของ Input แล้วจะสามารถ Regenerate Probability Sample กลับมาได้ โดยใช้เพียง 2 Layer คือ Visible Node ที่จะเป็นตัวรับ Input และ Hidden Node ที่จะเป็นตัวจับ Pattern



รูปที่ 11 โครงสร้าง Boltzmann Machine (BM)



รูปที่ 12 โครงสร้าง Restricted Boltzmann Machines (RBMs)



รูปที่ 13 ลักษณะการ Regenerate Probability Sample

2.11.4. Markov Model

เป็นโมเดลที่แสดงว่า หากรู้ข้อมูลในปัจจุบัน จะมีเพียงข้อมูลปัจจุบันที่ส่งผลต่ออนาคต ข้อมูลในอดีตจะไม่ส่งผลต่อข้อมูลในอนาคตอีกต่อไป แต่ถ้าหากไม่รู้ข้อมูลในปัจจุบัน ข้อมูลในอดีตจะส่งผลทันที

3 เครื่องมือที่ใช้ในการทำโครงการ

3.1. ฮาร์ดแวร์

3.1.1. เครื่องคอมพิวเตอร์หรือโน้ตบุ๊ก (Computer or Notebook)

ในการทำงานหลัก จะทำงานบนคอมพิวเตอร์ที่มีสเปกคอมพิวเตอร์ที่พร้อมใช้งานในด้านการเขียนโปรแกรม และใช้งานปัญญาประดิษฐ์ได้



รูปที่ 14 Asus Rog Strix G531GT-AL017T

ที่มา: <https://notebookspec.com/notebook/9203-asus-rog-strix-g-g531gt-al017t.html>

3.2. ซอฟต์แวร์

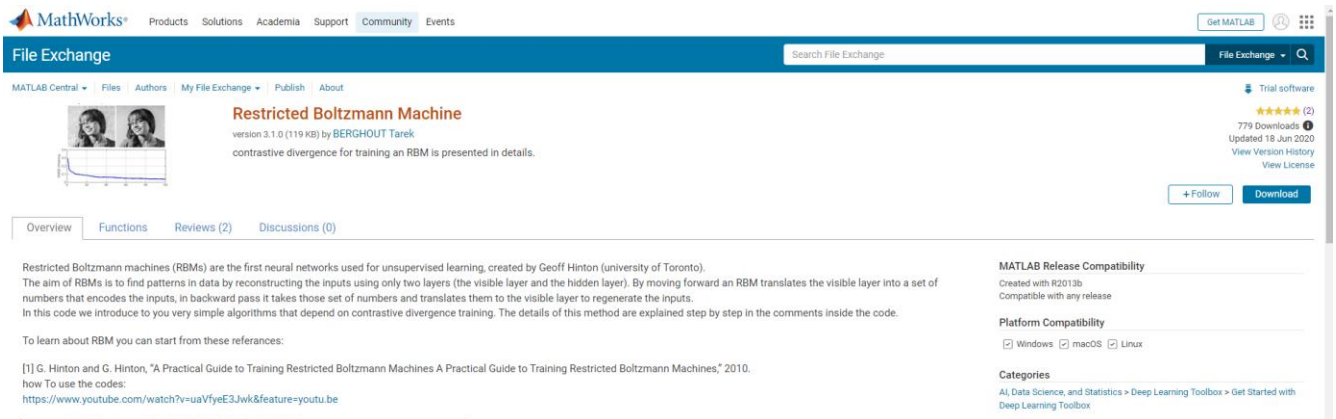
3.2.1. MATLAB

เป็นซอฟต์แวร์ในการคำนวณและการเขียนโปรแกรม ซึ่งครอบคลุมตั้งแต่การพัฒนา Algorithm การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และการทำ Simulation ของระบบ ซึ่งเหมาะแก่การนำมาใช้งานด้านปัญญาประดิษฐ์



รูปที่ 15 โปรแกรม MATLAB

(ที่มา: <https://csc.kmitl.ac.th/services/matlab/>)



Restricted Boltzmann Machine
version 3.1.0 (119 KB) by BERGHOUT Tarek
contrastive divergence for training an RBM is presented in details.

Overview Functions Reviews (2) Discussions (0)

Restricted Boltzmann machines (RBMs) are the first neural networks used for unsupervised learning, created by Geoff Hinton (university of Toronto). The aim of RBMs is to find patterns in data by reconstructing the inputs using only two layers (the visible layer and the hidden layer). By moving forward an RBM translates the visible layer into a set of numbers that encodes the inputs, in backward pass it takes those set of numbers and translates them to the visible layer to regenerate the inputs. In this code we introduce to you very simple algorithms that depend on contrastive divergence training. The details of this method are explained step by step in the comments inside the code.

To learn about RBM you can start from these references:

[1] G. Hinton and G. Hinton, "A Practical Guide to Training Restricted Boltzmann Machines A Practical Guide to Training Restricted Boltzmann Machines," 2010.
how To use the codes:
<https://www.youtube.com/watch?v=uaVfyE3Jwk&feature=youtu.be>

MATLAB Release Compatibility
Created with R2013b
Compatible with any release

Platform Compatibility
☒ Windows ☒ macOS ☒ Linux

Categories
AI, Data Science, and Statistics > Deep Learning Toolbox > Get Started with Deep Learning Toolbox

รูปที่ 16 Restricted Boltzmann Machine Function

(ที่มา: <https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/71212-restricted-boltzmann-machine>)

3.2.2. Microsoft Excel

เป็นโปรแกรมชนิดหนึ่งในชุด Microsoft Office โดยการทำงานของโปรแกรมจะใช้ตารางตามแนวนอน (Row) และแนวตั้ง (Column) เป็นหลัก ซึ่งในโครงงานนี้ ข้อมูลของผู้ป่วยจะถูกจัดเก็บไว้ใน Spread Sheet



รูปที่ 17 โปรแกรม Microsoft Excel

(ที่มา: <https://satit.srru.ac.th/2435/>)

3.2.3. Python

เป็นภาษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ระดับสูง มีการทำงานแบบ Interpreter อีกทั้งยังสามารถใช้งานในด้านการเขียนโปรแกรมได้หลากหลายประเภท และไม่จำกัดที่งานเฉพาะทางใดทางหนึ่ง



รูปที่ 18 โปรแกรม Python

(ที่มา: [https://en.wikipedia.org/wiki/Python_\(programming_language\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Python_(programming_language)))

3.2.4. Google Colaboratory

เป็น Python Interpreter แบบ Interactive Environment ที่การใช้งานจะอยู่ในรูปของ Notebook สามารถแบ่งลักษณะการใช้งานหลักได้เป็น 2 แบบ คือการเขียนโปรแกรมลงใน Executable Code และการเขียน Text ซึ่งสามารถใช้งานได้ผ่านบนเว็บไซต์ ของ Google Colab เอง โดยในการใช้งานตัว Google Colab เริ่มต้นมันจะทำการจัดเตรียม CPU GPU RAM บนเว็บไซต์ให้ใช้สำหรับการดำเนินการโปรแกรม และผู้ใช้ก็สามารถเขียน Notebook เพื่อดำเนินการโปรแกรม และแสดงผลบน Executable Code ได้เลย



รูปที่ 19 Google Colaboratory

(ที่มา: <https://colab.research.google.com/>)

3.2.5. Library ของ Python ที่เลือกใช้

1. NumPy (Numeric Python)

เป็นโมดูล หรือ library ส่วนเสริมของ Python ที่มีฟังก์ชัน เกี่ยวกับคณิตศาสตร์และการคำนวณต่างๆ มาให้ใช้งาน โดยทั่วไปจะ เกี่ยวกับการจัดการข้อมูลชุด (Array) ขนาดใหญ่และเมทริกซ์



รูปที่ 20 NumPy Library

(ที่มา: <https://stackpython.medium.com/basic-python-library-for-data-sci-ep-1-numpy-927adae5ef06>)

2. Pandas

เป็น library สำหรับจัดการ dataframe หรือ Table ของภาษา Python



รูปที่ 21 Pandas Library

(ที่มา: <https://skeptric.com/topn-chaining/>)

3. Scikit-Learn

เป็น Library ฟรีในภาษา Python สำหรับพัฒนาโปรแกรมด้านการเรียนรู้ของเครื่อง และโปรแกรมการจัดเตรียมชุดข้อมูลสำหรับการทำงานด้านการเรียนรู้ของเครื่อง และการเรียนรู้เชิงลึก

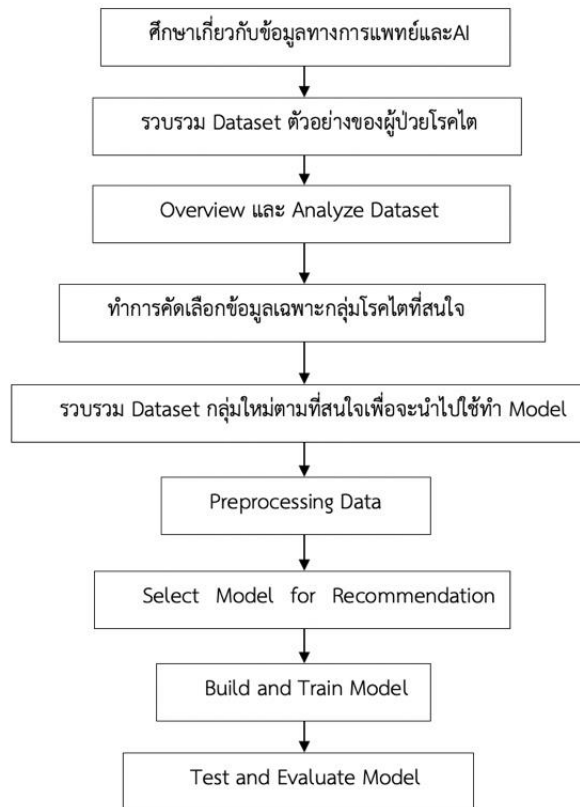


รูปที่ 22 Scikit-Learn Library

(ที่มา: <https://th.wikipedia.org/wiki/Scikit-learn>)

4 วิธีการดำเนินโครงการ

4.1. วิธีในการดำเนินโครงการหลัก



รูปที่ 23 Block Diagram ของการทำงานหลัก

4.1.1. ศึกษาข้อมูลที่จำเป็นต่อการใช้งาน

ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ของเครื่อง, การเรียนรู้เชิงลึก, ไต, โรคไต, การนำปัญญาประดิษฐ์มาใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ รวมถึงเครื่องมือที่จำเป็นต้องใช้

4.1.2. การเก็บรวบรวมชุดข้อมูล

ชุดข้อมูลที่ได้ทำการรวบรวมนั้นเป็นชุดข้อมูลที่มีรายละเอียดของผู้ป่วยนอกที่อยู่ในส่วนของแผนกโรคไต จากความกรุณาของ พ.อ. อุปถัมภ์ ศุภสินธุ์ และคณะอาจารย์แพทย์จากโรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า ทำให้คณะผู้จัดทำได้รับความอนุเคราะห์ในการนำชุดข้อมูลดังกล่าวมาใช้ทำโครงการในครั้งนี้

4.1.3. การตรวจสอบและการวิเคราะห์ภาพรวมของข้อมูล

นำชุดข้อมูลมาตรวจสอบ สังเกตความสัมพันธ์ และลักษณะของข้อมูลว่าโดยองค์รวมข้อมูลที่ได้รับนั้นมีหน้าตาอย่างไร มีกี่ไฟล์ แต่ละไฟล์มีข้อมูลอะไรบ้าง มีอย่างน้อยแค่ไหน และมีความสัมพันธ์อย่างไรต่อกัน

4.1.4. ทำการคัดเลือกข้อมูลเฉพาะกลุ่มโรคไตที่สนใจ

เมื่อเห็นภาพรวมของลักษณะข้อมูลก็จะทำให้สามารถนำมาพิจารณาตัดสินใจได้ว่า ข้อมูลส่วนใดบ้างที่สามารถนำมาใช้ในการทำงานต่อจากนี้ได้

4.1.5. ทำการเก็บรวบรวมชุดข้อมูลอีกครั้ง ตามกลุ่มของข้อมูลที่สนใจเพื่อจะนำไปใช้ในการทำโมเดล

ในการรวบรวมกลุ่มข้อมูลใหม่นั้นจะเป็นกลุ่มข้อมูลที่มีการพิจารณาในเบื้องต้นมาแล้วในขั้นตอนก่อน ๆ ว่าจะใช้เป็นข้อมูลหลักซึ่งจะใช้พัฒนาโมเดลต่อไป โดยจะทำการขอชุดข้อมูลโดยระบุรายละเอียดที่ต้องการทางจาก พ.อ. อุปถัมภ์ ศุภสินธุ์ และคณะอาจารย์แพทย์จากโรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า อีกครั้งหนึ่ง

4.1.6. ทำการเตรียมข้อมูลให้พร้อมสำหรับการใช้ในการทำโมเดล

ในขั้นการจัดเตรียมข้อมูล เพื่อให้พร้อมสำหรับการใช้งานนั้นจะเริ่มจากการพิจารณาข้อจำกัดในการใช้งานชุดข้อมูล แล้วจึงทำการจัดข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่ต้องการ เพื่อให้สามารถทำการให้ Rating ของยาได้ เมื่อสามารถหา Rating ของยาได้แล้วจึงจะทำการเตรียมข้อมูลเพื่อเข้าโมเดลในลำดับต่อไป

4.1.7. การเลือกโมเดลที่ใช้ในการทำระบบผู้แนะนำ

ในขั้นตอนนี้จะเป็นการศึกษา และคัดเลือกโมเดลที่จะนำมาใช้เพื่อทำระบบผู้แนะนำ ซึ่งจะต้องสามารถแนะนำชุดยาที่ดีที่สุดออกไปได้ และสามารถใช้งานร่วมกับชุดข้อมูลที่มีได้

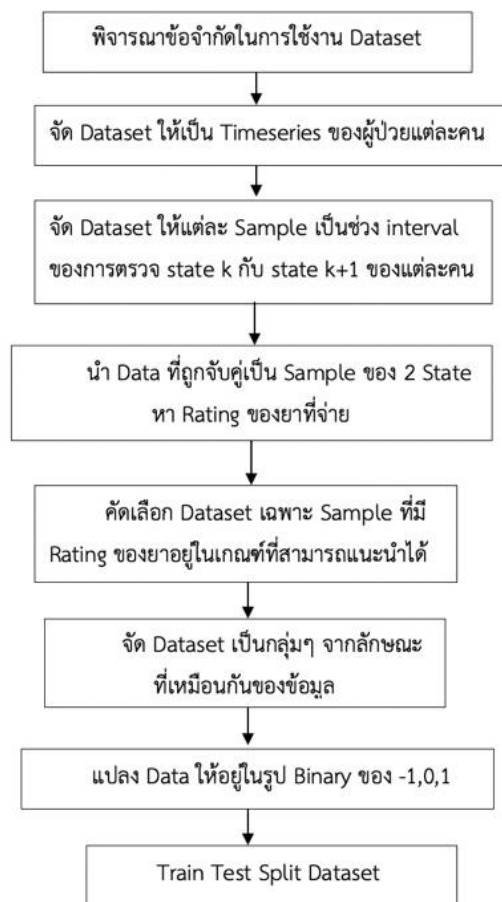
4.1.8. การสร้างและฝึกสอนโมเดล

หลังจากที่ได้ทำการศึกษา และคัดเลือกโมเดลที่ต้องการนำมาใช้งานแล้ว จะเริ่มทำการสร้างโมเดลขึ้นมา โดยจะนำชุดข้อมูลที่ได้ทำการจัดเตรียมไว้แล้วมาทำให้โมเดลทำการเรียนรู้

4.1.9. การทดสอบและวัดผลโมเดล

หลังจากที่ได้ทำการสร้าง และฝึกสอนโมเดลแล้วจะทำการนำโมเดลที่ถูกฝึกสอนมาแล้ว มาทดสอบกับชุดข้อมูล ทั้งจากชุดข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอน และชุดข้อมูลทำการแบ่งไว้เป็นชุดข้อมูลที่โมเดลไม่เคยเห็น โดยผลลัพธ์ของโมเดลควรที่จะสามารถแนะนำชุดยาที่ดีที่สุดที่สามารถช่วยชะลอการเสื่อมของไตลงได้ ซึ่งในตลอดกระบวนการในการวัดผล การจะวัดผลให้มีประสิทธิภาพนั้นอาจต้องทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อสนับสนุนผลลัพธ์ของการทดสอบโมเดล

4.2. วิธีการดำเนินงานในส่วนของการจัดเตรียมข้อมูลให้พร้อมสำหรับการทำโมเดล



รูปที่ 24 Block Diagram ของการทำ Preprocessing Data

4.2.1. พิจารณาข้อจำกัดในการใช้งานชุดข้อมูล

เนื่องด้วยในการทำโครงการนี้มีระยะเวลาของการทำโครงการที่จำกัด เพื่อให้สอดคล้องกับเวลาตามแผนดำเนินการของโครงการ จึงต้องมีการกำหนดข้อจำกัดในการใช้ชุดข้อมูลที่ได้รับมา โดยจะทำการจัดกลุ่มของชุดข้อมูล เป็นขอบเขตที่แคบลงมาจากชุดข้อมูลทั้งหมด และทำการเลือกใช้เฉพาะขอบเขตของข้อมูลที่น่าสนใจ เพื่อให้สามารถดำเนินโครงการต่อไปได้ทันจนถึงการแสดงผลลัพธ์ จากการเลือกกลุ่มของชุดข้อมูลในส่วนนี้จะทำให้การนำไปใช้ในการพิจารณา และจัดเตรียมข้อมูลในลำดับถัดไปได้้อย่างสะดวกมากยิ่งขึ้น โดยหากสามารถสร้างโมเดลที่สามารถทำงานกับกลุ่มชุดข้อมูลดังกล่าวได้ ก็อาจบอกได้ว่าในการที่จะประยุกต์วิธีการสร้างระบบแนะนำให้กับข้อมูลกลุ่มอื่น ๆ ก็สามารถทำได้เช่นกัน

4.2.2. การจัดข้อมูลให้อยู่ในรูปอนุกรมเวลาของผู้ป่วยแต่ละคน

เนื่องจากในชุดข้อมูลที่ได้รับมานั้นเดิมทีเป็นชุดข้อมูลที่เก็บเป็นประวัติโดยรวมของผู้ป่วยทุกคน ข้อมูลของแต่ละคนมีความกระจัดกระจายออกจากกัน เพื่อให้เกิดความสะดวกต่อการทำดูภาพรวม ความเข้าใจ และวิเคราะห์ของข้อมูลจึงต้องทำการจัดรูปแบบของชุดข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบอนุกรมเวลาของแต่ละคน ซึ่งจะสามารถใช้ในการติดตามผลของผู้ป่วยได้อย่างชัดเจน โดยในการจัดชุดข้อมูลทั้งหมดนี้มีจุดประสงค์เพื่อที่จะสามารถทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อที่สามารถคิดรูปแบบของการให้ Rating ของยาที่จำเป็นจะต้องมีการใช้สร้างระบบผู้แนะนำ

4.2.3. การจัดข้อมูลให้แต่ละตัวอย่างข้อมูลเก็บข้อมูลเป็นช่วงของข้อมูลระหว่าง 2 ช่วงของเวลา

ในการพิจารณาในส่วนของการต้องการให้ Rating ของยา โดยทั่วไปจะเกิดจากการที่มีการจ่ายยาใด ๆ แล้วสามารถตรวจสอบได้ว่าผู้ป่วยมีผลการตรวจของร่างกายที่ดีขึ้น หรือแย่ลง ซึ่งในการจะพิจารณาในส่วนนี้นั้นจะเริ่มหลังจากการจัดชุดข้อมูลของแต่ละคนให้เป็นรูปแบบอนุกรมเวลา หลังจากนั้นจะต้องทำการจัดข้อมูลให้แต่ละตัวอย่างของข้อมูล เก็บข้อมูลเป็นทีละช่วงของข้อมูลระหว่าง 2 ช่วง ของประวัติการตรวจแบบอนุกรมเวลาของผู้ป่วยแต่ละคนซึ่งจะทำจนครบทุกช่วงของทุกคน จะเลือกข้อมูลเฉพาะแค่ที่มีการจ่ายยาในช่วงระยะเวลาระหว่างผลตรวจครั้งแรก จนถึงผลตรวจครั้งสุดท้าย หากไม่มีการจ่ายยาก็จะไม่นำมาใช้ในการจัดชุดข้อมูล โดยลักษณะของผลทั้ง 2 ช่วงจะถูกเรียกเป็น State k หรือ State before และ State k+1 หรือ State k2 หรือ State After

4.2.4. นำข้อมูลมาทำการหา Rating ของยา

หลังจากที่จัดชุดข้อมูลให้เก็บอยู่ในรูปของข้อมูลระหว่าง 2 ช่วงแล้วจะนำมาทำการพิจารณาผลการตรวจ และการจ่ายยาในแต่ละครั้งว่ามีผลการตรวจที่ดีขึ้น หรือแย่ลง ซึ่งถ้าหากดีขึ้นก็อาจบอกได้ว่าเป็นยาที่ดีของตัวอย่างข้อมูลนั้น ๆ และหากส่งผลให้ผลการตรวจมีลักษณะที่แย่ลงก็อาจบอกได้ว่าเป็นยาที่อาจไม่เหมาะกับตัวอย่างข้อมูลนั้น ๆ โดยจะมีหลักในการพิจารณาให้ Rating ของยา ซึ่งเกิดจากการศึกษา พิจารณา และตัดสินใจซึ่งจะออกมาอยู่ในรูปของการดูผลการตรวจที่สำคัญของคนไข้ ทั้งจากผลการตรวจ State k และ State k2 ซึ่งจะสรุปอยู่ในรูปของ Flowchart ในการให้ Rating ยา เมื่อได้วิธีในการจัด Rating ของยาแล้วก็จะทำการให้ Rating ยาของชุดข้อมูล

4.2.5. การคัดเลือกชุดข้อมูลเพียงกลุ่มของข้อมูลที่มี Rating ของยาที่อยู่ในเกณฑ์ที่สามารถแนะนำได้

เนื่องจากในการที่ต้องการนำชุดข้อมูลไปใช้ฝึกสอนโมเดล ในการที่ต้องการจะให้โมเดลจับลักษณะของเงื่อนไขทางผลการตรวจต่าง ๆ ของคนไข้ แล้วทำการแนะนำชุดยาที่ดีออกมาได้นั้นจำเป็นที่จะต้องใช้อุปกรณ์ในส่วนที่เป็นชุดยาที่ดี จึงจะสามารถแนะนำชุดยาที่ดีได้

4.2.6. การจัดข้อมูลเป็นกลุ่มๆจากลักษณะที่เหมือนกันของข้อมูล

เนื่องจากผลการตรวจร่างกายในช่วง State k หรือผลการตรวจช่วงแรกนั้น มีความเป็นไปได้ของลักษณะกลุ่มของข้อมูลที่หลากหลาย ทำให้การที่จะนำชุดข้อมูลไปใช้ในขั้นตอนนี้จะไม่เหมาะสม เพราะหากทำการ Train Test Split แล้วจะทำให้ข้อมูลของลักษณะผู้ป่วยบางกลุ่มขาดไปใน ชุดข้อมูลฝึก หรือ ชุดข้อมูลทดสอบ เพื่อที่จะให้แน่ใจว่าลักษณะของข้อมูลนั้นมีการกระจายตัวทุกรูปแบบไปในทั้ง ชุดข้อมูลฝึก และ ชุดข้อมูลทดสอบ จึงต้องทำการจัดกลุ่มลักษณะของข้อมูลในเบื้องต้น แล้วนำข้อมูลที่ทำการจัดกลุ่มแล้ว ไปทำการ Train Test Split จึงจะถือว่าเป็นชุดข้อมูลที่เหมาะสมจะนำไปใช้ฝึกสอน และทดสอบในลำดับต่อไป โดยการจัดกลุ่มนั้นจะสามารถจัดได้หลากหลายลักษณะตามแต่ผู้ทำการจัดเตรียมข้อมูล

4.2.7. การแปลงชุดข้อมูลให้อยู่ในรูปของลักษณะเลขฐาน 2 หรือการทำ Binary Conversion

เนื่องจากลักษณะการรับข้อมูลป้อนเข้าของโมเดล Restricted Boltzmann Machine นั้นควรจะมียุทธศาสตร์ในรูปแบบตัวเลขฐาน 2 หรือ ตัวเลขที่อยู่ในช่วง 0 – 1 จึงมีความจำเป็นต้องแปลงค่าของชุดข้อมูลที่ถูกเก็บอยู่ทุกกลุ่มลักษณะให้ มีค่าใน 1 แถวประกอบด้วยลักษณะผลตรวจที่สำคัญของผู้ป่วยใน State k และยาทุกประเภทที่มีการเจอในชุดข้อมูล ซึ่งในส่วนของคุณลักษณะผลตรวจจะมีการเก็บค่าในลักษณะ -1, 0, 1 และในส่วนของคุณยาจะมีการเก็บค่าในลักษณะ 0 และ 1

4.2.8. การทำ Train Test Split ชุดข้อมูล

หลังจากที่จัดชุดข้อมูลออกเป็นกลุ่มแล้ว จะนำชุดข้อมูลทุกกลุ่มมาทำการ Train Test Split เพื่อให้ทุกกลุ่มนั้นสามารถมีการกระจายตัวของข้อมูลอยู่ทั้งใน ข้อมูลชุดฝึกสอน และ ชุดทดสอบ โดยเมื่อทำการ Split เสร็จแล้วจะทำการเชื่อมต่อทุกกลุ่มของส่วน Train Split และส่วน Test Split เข้าด้วยกันก็จะได้ชุดข้อมูลที่เป็นลักษณะของ ไฟล์ชุดข้อมูลฝึก และไฟล์ชุดข้อมูลทดสอบ และพร้อมที่จะนำไปใช้ในการฝึกสอนโมเดลในลำดับถัดไป

5 ผลการดำเนินโครงการและวิจารณ์

5.1. ข้อมูลตัวอย่าง

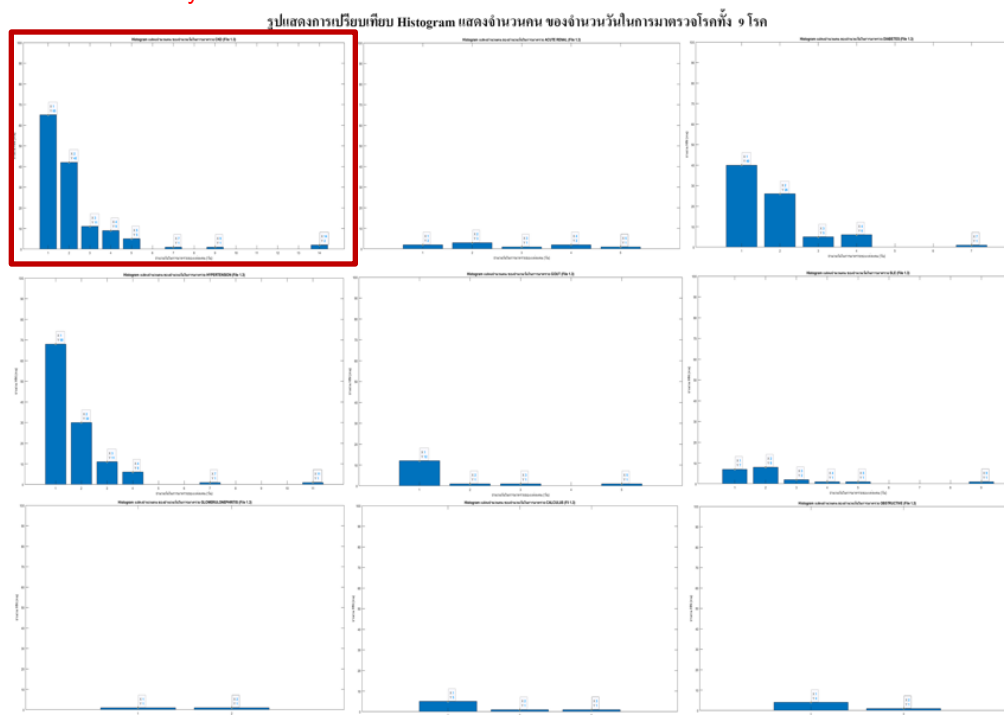
จากที่ได้รับข้อมูลมาจากทางพ.อ. อุปถัมภ์ ศุภสินธุ์ และคณะอาจารย์แพทย์จากโรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า ข้อมูลที่ได้รับจะเป็นข้อมูลคนไข้ทุกลักษณะของผู้ป่วยนอกที่มาตรวจในคลินิกโรคไต ซึ่งจะเป็นข้อมูลใน 1 เดือน โดยชุดข้อมูลจะแบ่งออกเป็น 6 ไฟล์ ดังนี้

1. หมายเลขผู้ป่วยนอกที่วัดและไม่วัดความดัน
2. หมายเลขผู้ป่วยนอกที่วัดความดันทั้งหมด
3. ผลตรวจทางกายภาพโดยทั่วไปของคนไข้ เช่น น้ำหนัก, ส่วนสูง, ความดันโลหิต
4. ประวัติการวินิจฉัยโรคของคนไข้ ซึ่งจะบันทึกเป็นรหัส ICD-10 และคำอธิบาย
5. ประวัติการจ่ายยาของคนไข้
6. ประวัติการตรวจผลแลปของคนไข้

5.2. การสำรวจและการ Visualization ข้อมูล

จัดทำ Histogram ที่แสดงจำนวนคนของจำนวนวันในการมาตรวจโรค โดยจะเปรียบเทียบโรคไตทั้งสิ้น 9 โรค ได้แก่ 1. Chronic Kidney Disease 2. Acute Renal Failure 3. Diabetes 4. Hypertension 5. Gout 6. SLE 7. Glomerulonephritis 8. Calculus or Stone 9. Obstructive Nephropathy โดยแกนนอนหมายถึงจำนวนวันในการมาตรวจโรค และ แกนตั้งหมายถึงจำนวนคน ซึ่งจากการดูลักษณะผลลัพธ์ของชุดข้อมูล และได้ปรึกษากับทางแพทย์ จึงได้ข้อสรุปว่า โรคหลักที่จะใช้ในการดึงชุดข้อมูล และนำมาทำโมเดล คือ โรค Chronic Kidney Disease หรือโรคไตวายเรื้อรัง เนื่องด้วยมีจำนวนปริมาณข้อมูลที่มากที่สุดในกลุ่มโรคที่สนใจ โดยจะเป็นไตวายเรื้อรังระยะ 3-5 เท่านั้น เพราะเป็นช่วงที่มีอาการไตเสื่อมอย่างชัดเจนซึ่งต่างจากในระยะ 1-2

Chronic Kidney Disease



รูปที่ 25 Histogram ที่แสดงจำนวนคนของจำนวนวันในการมาตรวจโรค

5.3. ขอชุดข้อมูล ชุดใหม่

ทำการขอ ชุดข้อมูล ชุดใหม่กับทางโรงพยาบาล โดยจะเป็นข้อมูลเฉพาะผู้ป่วยที่เป็นโรค Chronic Kidney Disease Stage 3-5 และ Dependence on Renal Dialysis หรือผู้ป่วยที่ฟอกไต ซึ่งจะเป็นข้อมูลย้อนหลัง 12 ปี ตั้งแต่ปี 2010 ถึง 2021 ซึ่งชุดข้อมูลใน 1 ปีจะประกอบด้วย 4 ไฟล์ ดังนี้

1. ผลตรวจทางกายภาพโดยทั่วไปของคนไข้
2. ประวัติการตรวจ LAB ของคนไข้
3. ประวัติการวินิจฉัยโรคของคนไข้
4. ประวัติการจ่ายยาของคนไข้

5.4. ปัญหาที่พบในการจะนำข้อมูลไปใช้ทำ Recommendation System

เนื่องจาก ในการทำระบบ Recommendation System ที่แนะนำชุดยานั้น นั้นมีความจำเป็นที่จะต้องรู้ในส่วน ของ Rating ยาวว่าแต่ละตัวที่จ่ายไป ทำให้ร่างกายคนไข้มีแนวโน้มที่ดีขึ้น หรือแย่ลง ซึ่งในชุดข้อมูลที่ได้รับมานั้นไม่มี Rating ของยาระบุไว้เลยจึงมีความจำเป็นต้องพิจารณา และสร้าง Rating ของยาขึ้นมา เมื่อทำการสร้าง Rating ของยา ได้ก็จะสามารถนำไปใช้กับโมเดลได้ จึงต้องมีการทำ Preprocessing Data

5.5. การพิจารณาข้อจำกัดในการใช้งาน ชุดข้อมูล

ในส่วนของการพิจารณาการให้ Rating ของยา และการกำหนดข้อจำกัด Threshold ของค่าผลตรวจต่าง ๆ และ วิธีที่ใช้พิจารณาอาการว่าดีหรือแย่ โดยอิงจาก Patient group จะทำการจัดกลุ่มลักษณะของชุดข้อมูล ซึ่งจะพิจารณาการ จับกลุ่มจาก เช่น Age, Sex, Time interval (ระยะห่างของวันในการตรวจ) ตัวอย่าง คือ การจัดกลุ่มเป็นกลุ่มผู้ป่วยช่วง อายุ มากกว่า 60 ปี และ ช่วงระยะห่างในการมาติดตามผล เป็นช่วง 1 เดือน ถึง 3 เดือน โดยมีสมมติฐาน คือ ผู้ป่วยกลุ่ม เดียวกันก็อาจจะมึลักษณะการจ่ายยา หรือการตอบสนองต่อยาคล้ายคลึงกัน ส่วน ผู้ป่วยคนละกลุ่มกันอาจมีลักษณะการ จ่ายยา และการตอบสนองต่อยาแตกต่างกัน

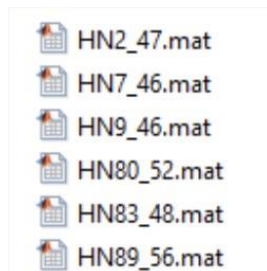


รูปที่ 26 Patient group

เบื้องต้นจะมีลักษณะของกลุ่มทั้งหมด 9 กลุ่ม ได้แก่ Group A1,A2,A3,B1,B2,B3,C1,C2,C3 ลักษณะของกลุ่มที่ น่าจะเลือกมาใช้ และปริมาณข้อมูลที่น่าจะเพียงพอจะเป็น Group C2 ข้อมูลจะประกอบด้วย Patient Age > 60 ปี และ มี Time interval หรือ ระยะห่างของวันในการตรวจ 25 วัน ถึง 95 วัน (ระยะเวลา 1 - 3 เดือน) แต่มีข้อจำกัด คือ ช่วง ตั้งแต่วันที่ผู้ป่วยมีการฟอกไต (DEPENDENCE ON RENAL DIALYSIS) จะไม่ได้นำมาใช้แล้ว เนื่องจากถือว่าผู้ป่วยได้มีการ ฟอกไตเป็นที่เรียบร้อยแล้วข้อมูลของผู้ป่วยกลุ่มนี้จะไม่สามารถนำมาใช้แนะนำการจ่ายยาให้กับผู้ป่วยโรคไตวายเรื้อรัง ใน ระยะอื่นได้ ทั้งนี้ผู้ป่วยต้องมีการตรวจ Creatinine ในเลือด เพื่อที่จะสามารถนำมาทำการคำนวณค่า eGFR ได้ และค่า ของ eGFR จะต้องอยู่ในช่วงของค่า eGFR ที่อยู่ในระยะ 3 - 5 ของโรคไตวายเรื้อรัง

5.6. จัดข้อมูลให้อยู่ในรูปอนุกรมเวลาของผู้ป่วยแต่ละคน

จะทำการจัดชุดข้อมูล ให้เป็น Timeseries รายบุคคล โดยจะเก็บในรูปของ .mat File เป็น Struct ที่มีหลาย Field อยู่ข้างใน และข้างในแต่ละ Field ก็จะมีเก็บข้อมูลแบบ Table ของข้อมูลแต่ละประเภท จะได้ออกมา 8,171 Files โดยมีหมายเลข HN ของคนไข้แต่ละคนเป็นชื่อไฟล์



รูปที่ 27 ไฟล์ MATLAB ที่จัดเก็บ data แบบ timeseries

Field ▲	Value
HN	1x1 cell
status	54x11 table
icd	51x4 table
lab	35x13 table
drug	44x11 table

รูปที่ 28 Struct ในไฟล์ MATLAB

1 HN	2 OPDDATE	3 PATIENT_AGE	4 SEX	5 WT_KG	6 HEIGHT_CM	7 BMI	BP_S
'2/47'	29-01-2020	73	'M'	NaN	NaN	NaN	
'2/47'	30-01-2020	73	'M'	NaN	NaN	NaN	
'2/47'	11-02-2020	73	'M'	NaN	NaN	NaN	
'2/47'	13-03-2020	73	'M'	NaN	NaN	NaN	
'2/47'	16-05-2020	73	'M'	NaN	NaN	NaN	
'2/47'	07-08-2020	73	'M'	NaN	NaN	NaN	

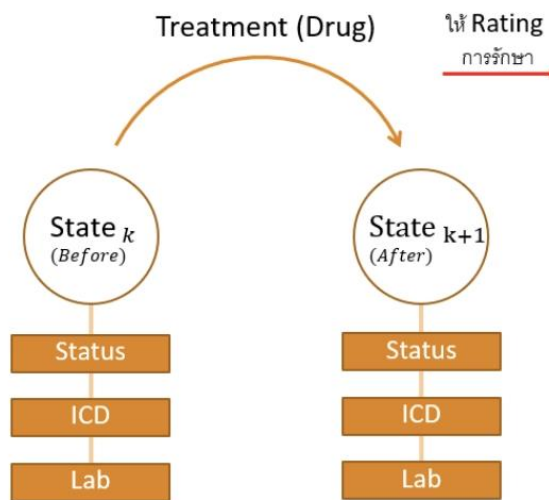
รูปที่ 29 ตัวอย่างข้อมูลใน Field

5.7. นำข้อมูลมาพิจารณาดูทีละช่วง

จากนั้นจะนำข้อมูลของแต่ละคนที่ถูกจัดแล้วมาดูทีละช่วง (Interval) ว่า เมื่อมีการมาตรวจ แล้วจ่ายยา หลังจากนั้นเมื่อมาตรวจในครั้งถัดไป ผลเป็นอย่างไร เพื่อที่จะสามารถพิจารณาการให้ Rating ของการรักษา หรือการจ่ายยาแต่ละครั้งได้ว่า ดีหรือแย่แค่ไหน แล้วจึง Recommendation

5.7.1. หลักในการพิจารณาข้อมูลในรูปแบบ 2 ช่วงของข้อมูลทางเวลา

ใช้การพิจารณาข้อมูลในรูปแบบ Markov Model ซึ่งเป็นโมเดล ที่ถ้าหากรู้ข้อมูลในปัจจุบัน จะมีเพียงข้อมูลปัจจุบันที่ส่งผลต่ออนาคต ข้อมูลในอดีตจะไม่ส่งผลต่อข้อมูลในอนาคตอีกต่อไป แต่ถ้าไม่รู้ข้อมูลปัจจุบันข้อมูลจากอดีตจะส่งผลทันที จากลักษณะการพิจารณาดังกล่าวทำให้สามารถมองข้อมูลออกเป็น 2 ช่วงของข้อมูลทางเวลาได้ คือเป็นข้อมูลก่อนจ่ายยาของผู้ป่วย และ ข้อมูลหลังจ่ายยาของผู้ป่วย

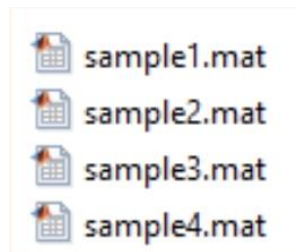


รูปที่ 30 Markov Model

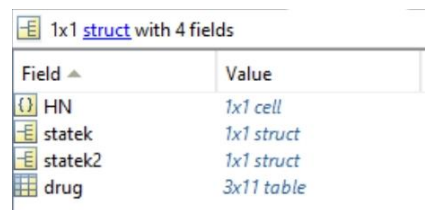
กำหนดให้ข้อมูลช่วงแรก State k (Before) ประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมด 3 อย่าง ได้แก่ ข้อมูล Status, ICD, Lab และ State $K+1$ (After) ประกอบด้วยข้อมูลทั้งหมด 3 อย่าง ได้แก่ ข้อมูล Status, ICD, Lab โดยมี Transition input เป็น Treatment หรือการจ่ายยา ซึ่งเป็น input ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยน State k เป็น State $k+1$ โดยในส่วนของยาที่ให้คนไข้ จะนับช่วงตลอด 2 อาทิตย์ หลังตรวจผล Lab State k และในการให้ Rating ในการรักษา จะพิจารณาข้อมูลจากทั้ง 2 State เลย ได้แก่ State k (Before) และ State $k+1$ (After) และการรักษา ซึ่งวิธีในการพิจารณาการให้ Rating ยาจะเป็นไปตามรายละเอียดของ Flowchart ซึ่งจะกล่าวในภายหลัง

5.7.2. จับคู่ข้อมูลเป็น 2 State ของคนไข้ที่มีการจ่ายยา

จับคู่ข้อมูล 2 State ของคนไข้ที่มีการจ่ายยา ให้เป็น 1 Samples ซึ่งในการจับคู่ข้อมูลนี้จะใช้ชุดข้อมูล ที่จัดเป็นแบบ อนุกรมเวลาของแต่ละคนแล้วมาทำการจับคู่ 2 ช่วงของผลตรวจ จะทำจนครบทุกคู่ที่เป็นไปได้ในชุดข้อมูลอนุกรมเวลาของแต่ละคน โดยอิงการจับคู่จากจากการตรวจ Lab เป็นหลัก เมื่อจัดเสร็จจะเก็บข้อมูลในรูปของ .mat file เป็น Struct ที่มีหลาย Field อยู่ข้างใน และข้างในแต่ละ Field ในส่วนของ State k และ Stake k2 หรือ k+1 จะมีเป็น Struct ที่มี Field ย่อย ด้านในอีกทีซึ่งแต่ละ Field ข้างในเป็นข้อมูลแบบ Table ของข้อมูลแต่ละประเภท จะได้ออกมา 45,745 Files

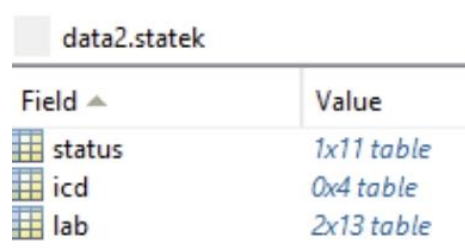


รูปที่ 31 ไฟล์ MATLAB ที่เป็น Samples ที่ทำการจับคู่ 2 State แล้ว



Field	Value
HN	1x1 cell
statek	1x1 struct
statek2	1x1 struct
drug	3x11 table

รูปที่ 32 Struct ของไฟล์ MATLAB ที่เป็นการจับคู่ข้อมูล 2 state



Field	Value
status	1x11 table
icd	0x4 table
lab	2x13 table

รูปที่ 33 Field ของ Struct ของไฟล์ MATLAB ที่เป็นการจับคู่ข้อมูล 2 state

5.8. การตรวจสอบ และจัดการผลการตรวจ Lab ที่อาจพบมากกว่า 1 ค่า ในผลตรวจแต่ละ State

จะทำการเขียนโปรแกรมตรวจสอบว่าในชุดข้อมูลแต่ละ State ของ Sample นั้น ๆ แต่ละชนิดผลตรวจที่สนใจมีการบันทึกผลมากกว่า 1 ผลไหม ถ้ามีจะโปรแกรมจะแจ้งว่า ผลการตรวจไหน และมีกี่ Samples ที่พบจากชุดข้อมูลทั้งหมด

```
Found more than one lab Creatinine result อยู่ 9
Found more than one lab Protein result อยู่ 3
Found more than one lab Creatinine (urine) result อยู่ 19
Found more than one lab Protein (random urine) result อยู่ 1
Found more than one lab Protein (24 hr urine) result อยู่ 1
Found more than one lab Microalbumin (urine) result อยู่ 2
Found more than one lab HbA1c result อยู่ 1
Found more than one lab PHOSPHATE, INORGANIC result อยู่ 3
Found more than one lab Hemoglobin result อยู่ 7
Found more than one lab Uric acid result อยู่ 2
```

รูปที่ 34 ผลตรวจสอบการมีอยู่ของผลตรวจ Lab ที่มีมากกว่า 1 ผล

หลักในการพิจารณาค่าซ้ำ

- ทุกผลการตรวจ Lab ที่มีค่า Lab ซ้ำกัน จะพิจารณาโดยใช้การหาค่าเฉลี่ย ยกเว้น Protein แถบจุ่ม
- Protein แถบจุ่ม จะพิจารณาโดยใช้ค่าสูงสุดที่พบ

เมื่อทำการจัดการผลการตรวจซ้ำเสร็จแล้วจะทำการบันทึกเป็น Field ของ Struct ในแต่ละ Sample ของชุดข้อมูล การจับคู่ 2 ช่วง โดยกำหนดให้มีชื่อ Field ว่า summary_k ซึ่งเป็นผลของ State k และ summary_k2 ซึ่งเป็นผลของ State k+1

5.9. หลักในการพิจารณาในการให้ Rating ยา

แบ่งกลุ่มของผลการตรวจ ที่ใช้พิจารณาว่าอาการดีขึ้นหรือแย่ลง ออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ ๆ ซึ่งแบ่งกลุ่มโดยอิงจากระดับความรุนแรงของผลกระทบจากแต่ละ Factor ที่มีต่อ โรค Chronic Kidney Disease 1. กลุ่ม Principle เป็นปัจจัยที่มีผลต่อ CKD มากที่สุด 2. กลุ่ม Major เป็นกลุ่มของปัจจัยที่มีผลอย่างมากต่อ CKD 3. กลุ่ม Minor เป็นกลุ่มของปัจจัยที่มีผลต่อ CKD เมื่อทำการจัดกลุ่มผลการตรวจที่ต้องใช้ในการพิจารณาแล้ว ก็จะนำมาทำการสรุปค่าการชี้วัดอาการของแต่ละกลุ่มผลตรวจ เพื่อใช้ในการสร้าง Flowchart ในการให้ Rating ยา โดยทั้ง 3 กลุ่มของผลตรวจจะแบ่งดังนี้

1. กลุ่ม Principle

1.1. eGFR

2. กลุ่ม Major: มี 6 Factors ย่อย

2.1. Proteinuria:

- Protein แล็บจุ่ม
- Urine Protein to Creatinine Ratio
- Urine Protein (24 hr.)
- Microalbumin (Urine)

2.2. Diabetes:

- Hemoglobin A1C (HbA1c)

2.3. Hypertension:

- Blood Pressure (Systolic / Diastolic)

3. กลุ่ม Minor: มี 3 Factors ย่อย

3.1. Gout หรือ Hyperuricemia:

- Uric Acid

3.2. Anemia หรือ ภาวะซีด:

- Hemoglobin

3.3. Hyperphosphatemia:

- Inorganic Phosphate

5.10. วิธีการกำหนดค่าการชี้วัดอาการของแต่ละ Factors ย่อยจากทั้ง 3 กลุ่ม

จะพิจารณาผลการตรวจย่อย หรือ Factors ด้วยวิธีการดูจาก Thresold ของบ่งบอกอาการของแต่ละ Factors

5.10.1. Factors ในกลุ่ม Principle

1. eGFR: จะพิจารณาจาก eGFR Drop Rate โดยสามารถคำนวณได้จากการนำค่า eGFR 2 State มาทำการลบกันหลังจากคำนวณค่า eGFR Drop Rate จะนำไปทำการดูรูปแบบการลดลง หรือ Progression

สูตรคำนวณค่า eGFR Drop Rate:

$$\text{eGFR Drop Rate} = \text{eGFR State } k - \text{eGFR State } k+1$$

วิธีการกำหนดค่าการชี้วัดอาการของ eGFR Drop Rate: มีค่า 3 รูปแบบ

- (-): Rapid Progress
- (0): Nature Progress
- (+): Slow Progress

5.10.2. Factors ในกลุ่ม Major

1. Proteinuria: มีค่า 4 รูปแบบ
 - (--): อย่างน้อย 1 ใน 4 Factor ย่อยของ Proteinuria ค่าอยู่ในช่วง Proteinuria ขั้นรุนแรง
 - (-): ต้องไม่มี Proteinuria ขั้นรุนแรง และ อย่างน้อย 1 ใน 4 Factor ย่อยของ Proteinuria ค่าอยู่ในช่วงเป็น Proteinuria
 - (0): 4 factor ย่อยของ proteinuria ไม่มีการตรวจผลการตรวจเลย
 - (+): ต้องไม่มีสัก Factor ที่ค่าอยู่ในช่วง Proteinuria หรือ Proteinuria ขั้นรุนแรง และ Factor ย่อยอย่างน้อย 1 ตัวเป็นค่าอยู่ในช่วง ไม่เป็น Proteinuria
2. Diabetes: มีค่า 3 รูปแบบ
 - (-): ค่า HbA1c อยู่ในช่วงเป็น Diabetes
 - (0): ไม่มีการตรวจ ค่า HbA1c
 - (+): ค่า HbA1c ต้องไม่อยู่ในช่วงเป็น Diabetes

3. Hypertension: มีค่า 3 รูปแบบ
 - (-): ค่า Blood Pressure อยู่ในช่วงเป็น เป็น Hypertension
 - (0): ไม่มีการตรวจ ค่า Blood Pressure
 - (+): ค่า Blood Pressure ต้องไม่อยู่ในช่วงเป็น Hypertension

5.10.3. Factors ในกลุ่ม Minor

1. Gout หรือ Hyperuricemia: มีค่า 3 รูปแบบ
 - (-): ค่า Uric Acid อยู่ในช่วงเป็น Hyperuricemia
 - (0): ไม่มีการตรวจ ค่า Uric Acid
 - (+): ค่า Uric Acid ต้องไม่อยู่ในช่วงเป็น Hyperuricemia
2. Anemia หรือ ภาวะซีด: มีค่า 3 รูปแบบ
 - (-): ค่า Hemoglobin อยู่ในช่วงเป็น Anemia
 - (0): ไม่มีการตรวจ ค่า Hemoglobin
 - (+): ค่า Hemoglobin ต้องไม่อยู่ในช่วงเป็น Anemia
3. Hyperphosphatemia: มีค่า 3 รูปแบบ
 - (-): ค่า Inorganic Phosphate อยู่ในช่วงเป็น Hyperphosphatemia
 - (0): ไม่มีการตรวจ ค่า Inorganic Phosphate
 - (+): ค่า Inorganic Phosphate ต้องไม่อยู่ในช่วงเป็น Hyperphosphatemia

5.11. วิธีการสรุปค่าการชี้วัดอาการทั้ง 3 กลุ่ม

5.11.1. กลุ่ม Principle: มีค่า 3 รูปแบบ

มีค่า 3 รูปแบบ (-), (0), (+) เป็นไปตาม eGFR Drop Rate

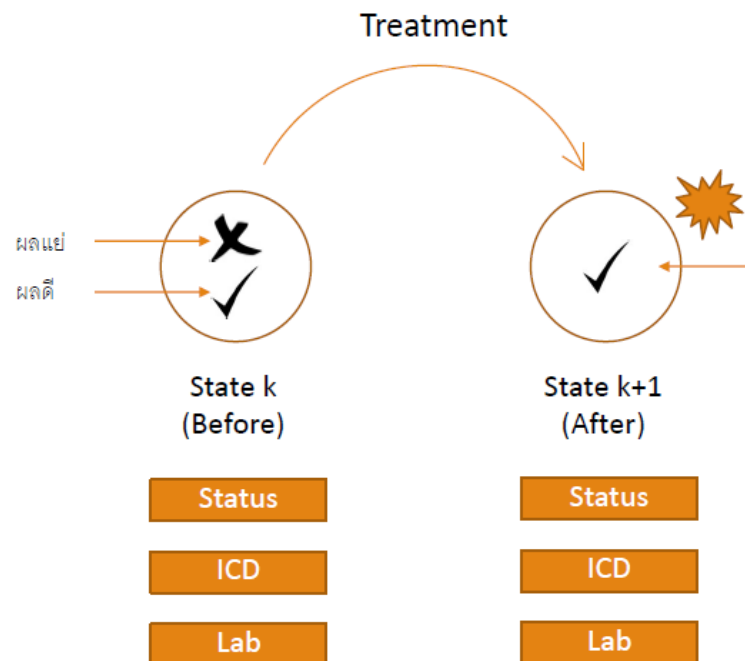
5.11.2. กลุ่ม Major: มีค่า 4 รูปแบบ

- (--): อย่างน้อย 1 ใน 4 Factors ย่อยของ Proteinuria เป็น --
- (-): ต้องไม่มี -- และ Factors ย่อยอย่างน้อย 1 ตัวเป็น -
- (0): ทุก factor ย่อยเป็น 0 หรือ ไม่มีการตรวจสัก Factors
- (+): ต้องไม่มี - และ -- เลย และ Factors ย่อยอย่างน้อย 1 ตัวเป็น +

5.11.3. กลุ่ม Minor: มีค่า 3 รูปแบบ

- (-): Factors ย่อยอย่างน้อย 1 ตัวเป็น -
- (0): ทุก factor ย่อยเป็น 0 หรือ ไม่มีการตรวจสอบ Factors
- (+): ต้องไม่มี - เลย และ Factors ย่อยอย่างน้อย 1 ตัวเป็น +

ในส่วนของกลุ่ม Principle จะใช้การคำนวณจาก State Before และ State After ส่วนกลุ่มของ Major และ Minor จะดูแค่ค่าจาก State After เพราะในการจะมองว่ายาที่จ่ายไปส่งผลให้ร่างกายดีขึ้น หรือแย่ลงนั้น ไม่จำเป็นที่จะต้องรู้ผลการตรวจในทั้ง 2 State รู้เพียงแค่ State After ก็พอแล้วเนื่องจาก ต่อให้ผลการตรวจใน State Before จะดี หรือแย่ก็ตามแต่หาก State After ดี ก็อาจถือว่าเป็นยาที่ดีได้ ซึ่งในโครงงานนี้จะนำสมมติฐานนี้มาใช้ในการใช้งานกับชุดข้อมูลดังกล่าว



รูปที่ 35 หลักการพิจารณาค่าชีวิตอาการ เพื่อใช้ในการหา Rating ของยา

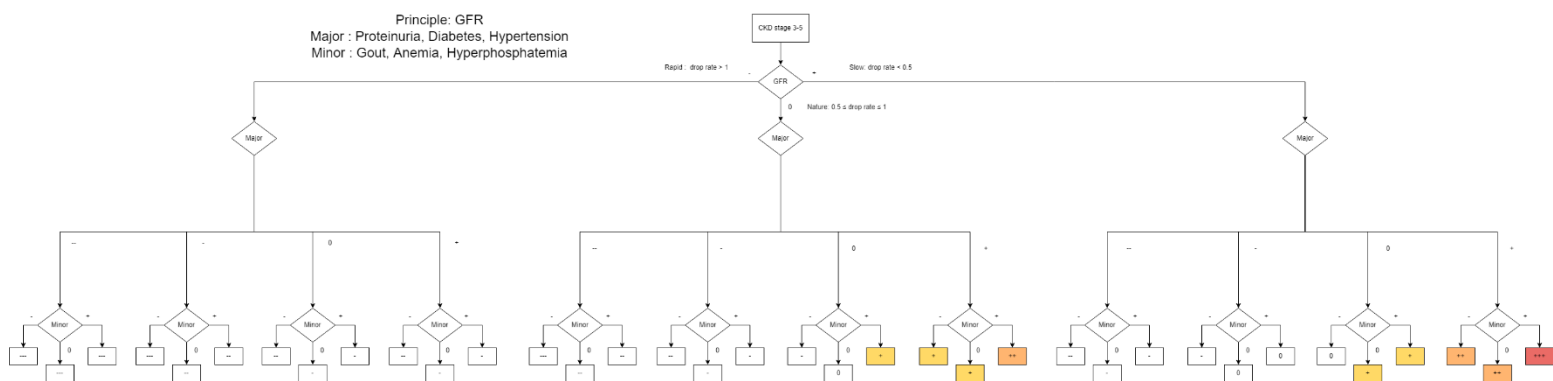
5.12. Flowchart ของการให้ Rating ยา เพื่อใช้ในการ Recommendation ยา

Flowchart นี้แสดงถึงการให้ Rating ยาเพื่อทำการ Recommendation ยา โดยข้อมูลของผู้ป่วยที่ป่วยเป็นโรค Chronic Kidney Disease stage 3-5 จะเข้าสู่ Decision ของกลุ่ม Principle ซึ่งจะประกอบด้วยค่า eGFR เพียงอย่างเดียว Decision นี้จะประกอบไปด้วยการพิจารณาว่า GFR Drop Rate เป็นอย่างไร ซึ่งถ้าเป็น (-) หรือ Rapid Progress จะมีค่า Drop Rate > 1 , (0) หรือ Nature progress จะมีค่า Drop Rate ในช่วง $0.5 \leq \text{Drop Rate} \leq 1$ และ (+) หรือ Slow Progress จะมีค่า Drop Rate < 0.5

จากนั้นแต่ละ Decision ของ eGFR ก็เข้าสู่ Decision ของ Major ซึ่งกลุ่มของ Major ประกอบด้วย Proteinuria, Diabetes และ Hypertension ใน Decision นี้จะแยกแขนงไปเป็น 4 แบบ ได้แก่ (--), (-), (0) และ (+)

จากนั้นแต่ละ Decision ของ Major ก็เข้าสู่ decision ของ Minor ซึ่งกลุ่มของ Minor ประกอบด้วย Gout, Anemia และ Hyperphosphatemia สำหรับ Decision นี้ จะแยกแขนงออกเป็น 3 แบบ ได้แก่ (-), (0) และ (+)

โดยผลลัพธ์สุดท้าย มีทั้งหมด 7 รูปแบบ ซึ่งจะเป็นตัว Rating ได้แก่ (+++) หมายความว่า ชุดยานี้ส่งผลให้ร่างกายของผู้ป่วยดีขึ้นอย่างมากที่สุด, (++) หมายความว่า ชุดยานี้ส่งผลให้ร่างกายของผู้ป่วยดีขึ้นอย่างมาก, (+) หมายความว่า ชุดยานี้ส่งผลให้ร่างกายของผู้ป่วยดีขึ้น, (0) หมายความว่า ชุดยานี้ไม่ได้ส่งผลให้ร่างกายของผู้ป่วยดีขึ้นแต่ก็ไม่ใช้ชุดยาที่ไม่ดี, (-) หมายความว่า เป็นชุดยาที่ไม่ดี, (--) หมายความว่า เป็นชุดยาที่ไม่ดีอย่างมาก และ (---) หมายความว่า เป็นชุดยาที่ไม่ดีมากที่สุด ในส่วนของรูปแบบผลลัพธ์ ที่ใช้ใช้ในการ Recommendation มีทั้งหมด 3 รูปแบบ ได้แก่ (+++), (++) และ (+)



รูปที่ 36 Flowchart ของการให้ Rating ยา

5.13. การพิจารณา Rating ของยา

ในการพิจารณา Flowchart เพื่อให้ Rating ชุดยาที่จ่ายให้กับผู้ป่วยนั้น จะมีหลักในการประเมินโดยอาศัย ความเข้าใจในเรื่องของน้ำหนักความสำคัญในแต่ละกลุ่มปัจจัยที่มีผลต่อโรค ในส่วนของความสำคัญของกลุ่มปัจจัยจะมีการไล่ระดับความสำคัญจาก มากไปน้อยดังนี้ Principle Major และ Minor โดยในกลุ่ม Principle กับ Major จะมีความสำคัญที่มากใกล้เคียงกัน เมื่อเทียบกับ Minor หากพิจารณาในแต่ละตัวตัดสินใจ และผลลัพธ์ดูแล้วจะสังเกตได้ว่า

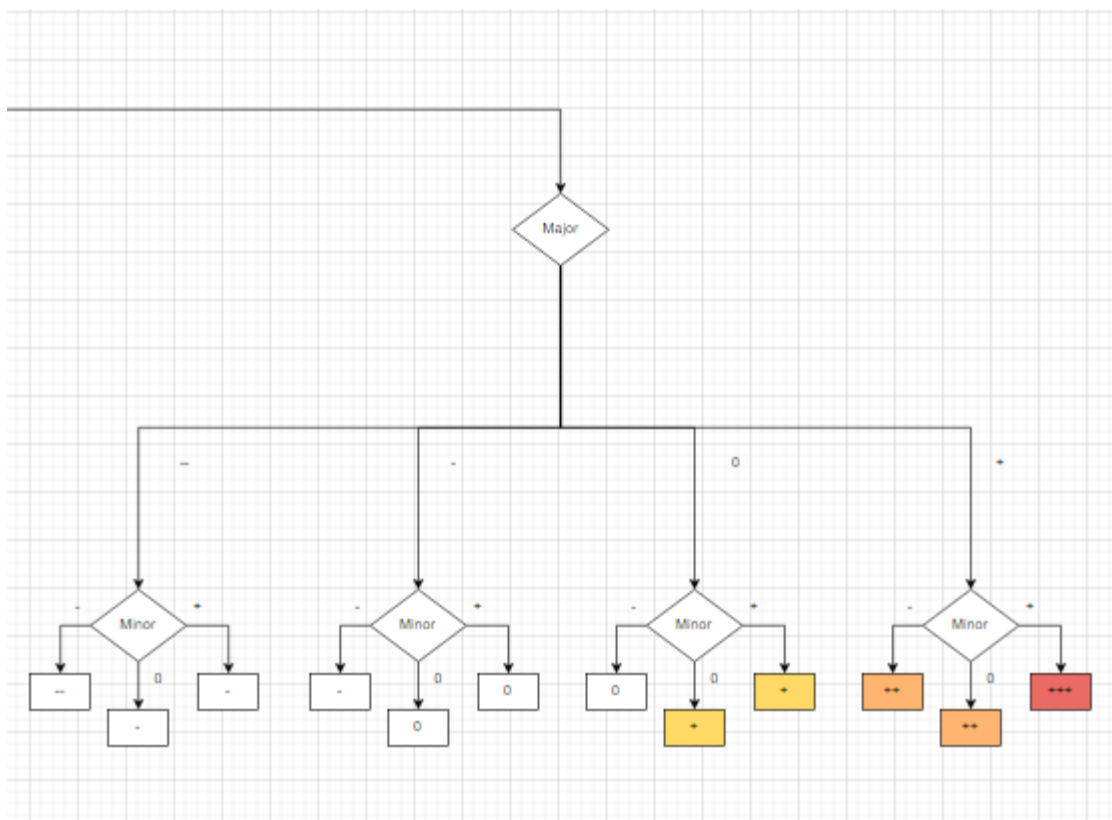
5.13.1. พิจารณาในกลุ่ม: Principle หรือ GFR Drop Rate เป็น (+)

หากกลุ่ม Major เป็น (+) แล้วกลุ่ม Minor เป็น (+) จะนำมาซึ่งผลลัพธ์สุดท้ายเป็น (+++) แต่หาก minor เป็น (0) ผลลัพธ์สุดท้ายจะเป็น (++) และหาก Minor เป็น (-) ผลลัพธ์สุดท้ายจะยังเป็น (++) อยู่ที่เป็นแบบนี้เพราะว่าในส่วนของการตัดสินใจนี้มองว่าปัจจัย Principle และกลุ่ม Major นั้นมีน้ำหนักที่มากกว่า กลุ่ม Minor อย่างมาก จึงทำให้การประเมิน rating ชุดยาในส่วนนี้มองว่ายังเป็นชุดยาที่ส่งผลทำให้ร่างกายของผู้ป่วยดีขึ้นอย่างมาก

หากกลุ่ม Major เป็น (0) หรือไม่มีข้อมูลบันทึกไว้เลย แล้วกลุ่ม Minor เป็น (+) ผลลัพธ์สุดท้ายจะไม่ได้เป็น (++) แต่เป็น (+) เพราะมองว่าในส่วนของ Minor นั้นหากไม่มีข้อมูลกลุ่ม Major นั้นจะทำให้ไม่สามารถบอกได้ว่าชุดยานั้นส่งผลให้ร่างกายของผู้ป่วยดีขึ้นอย่างมาก (++) ได้ แต่หาก Minor เป็น (0) หรือไม่มีข้อมูลด้วยเช่นกัน ก็ยังถือว่าผลลัพธ์สุดท้ายเป็น (+) อยู่เนื่องจากปัจจัยที่สำคัญที่สุดในส่วนของโรค Chronic Kidney Disease นั้นคือตัว Principle เองจึงยังถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ชุดยาส่งผลให้ร่างกายผู้ป่วยดีขึ้นอยู่เช่นกัน แต่หาก Minor เป็น (-) ผลลัพธ์สุดท้ายจะเป็น (0) เพราะหากมีข้อมูลที่ไม่ดีเพิ่มแม้จะเป็นเพียงส่วน Minor แต่ก็ส่งผลให้ไม่สามารถบอกได้ว่าเป็นชุดยาที่ส่งผลดีได้

หากกลุ่ม Major เป็น (-) แล้วกลุ่ม Minor เป็น (+) หรือ (0) ผลลัพธ์สุดท้ายจะเป็น (0) เพราะมองว่า ต่อให้ Principle จะดีแต่หาก Major ไม่ดีแล้ว Minor ดีก็ไม่อาจสามารถบอกได้ว่าเป็นชุดยาที่ส่งผลดีได้แต่ก็ไม่แย่ แต่หาก Minor เป็น (-) ด้วย ผลลัพธ์สุดท้ายจะเป็น (-) เพราะสภาวะร่างกายของผู้ป่วยนั้นไม่ดีทั้งสองกลุ่มจึงถือเป็นชุดยาที่ไม่ดี

หากกลุ่ม Major เป็น (--) แล้วกลุ่ม Minor เป็น (+) หรือ (0) ผลลัพธ์สุดท้ายจะเป็น (-) เนื่องจาก Principle ยังดีอยู่แต่ ผลกลุ่ม Major ไม่ดีอย่างมาก แต่หาก Minor เป็น (-) ด้วยจะส่งผลให้เป็น (--)



รูปที่ 37 Flowchart ของการให้ Rating ยา (2)

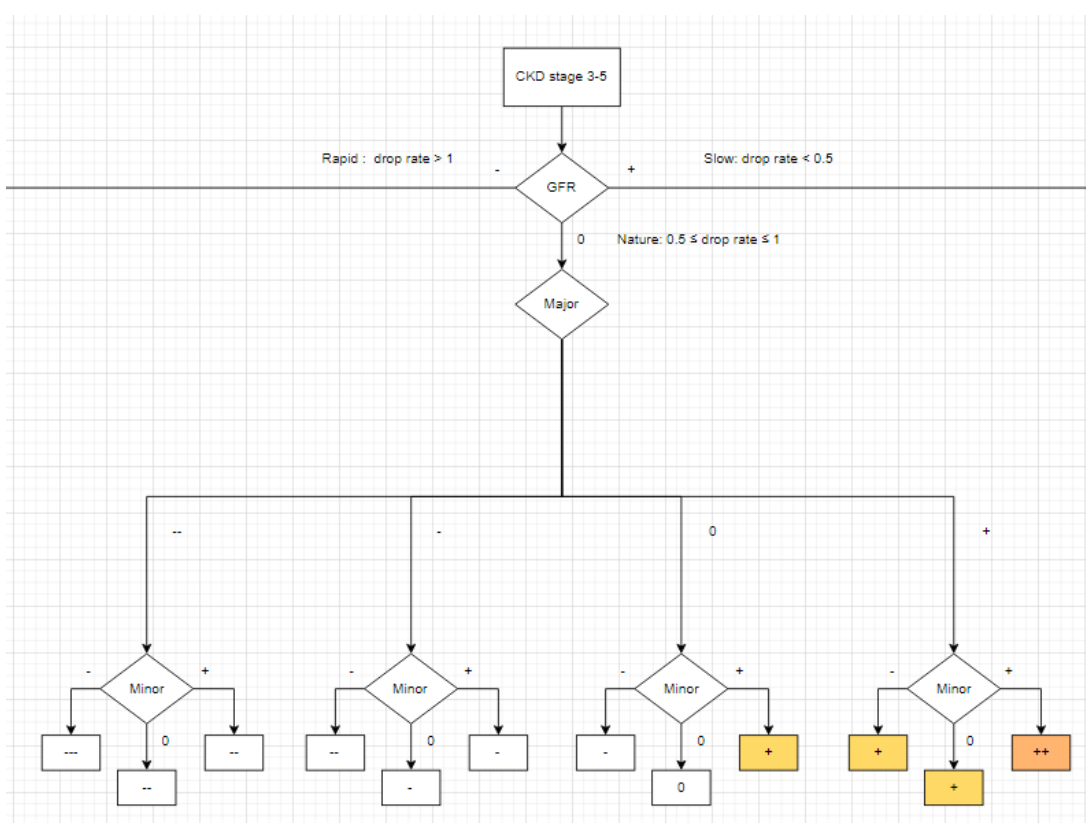
5.13.2. พิจารณาในกลุ่ม: Principle หรือ GFR Drop Rate เป็น (0)

หากกลุ่ม Major เป็น (+) แล้วกลุ่ม Minor เป็น (+) จะนำมาซึ่งผลลัพธ์สุดท้ายเป็น (++) แต่หาก minor เป็น (0) ผลลัพธ์สุดท้ายจะเป็น (+) และหาก Minor เป็น (-) ผลลัพธ์สุดท้ายจะยังเป็น (+) อยู่ที่เป็นแบบนี้เพราะในส่วน ของ Principle ที่เป็น (0) หรือเป็น Nature progress นั้นยังถือว่าเป็น progress ที่ยังควบคุมได้อย่างปกติของโรคอยู่ ถ้า Major และ Minor ดีทั้งคู่ หรือ Major ดีเพียงตัวเดียวก็ถือว่ายังเป็นชุดยาที่ดีอยู่

หากกลุ่ม Major เป็น (0) หรือไม่มีข้อมูลบันทึกไว้เลย แล้วกลุ่ม Minor เป็น (+) ผลลัพธ์สุดท้ายจะเป็น (+) หาก Minor เป็น (0) ผลลัพธ์สุดท้ายก็จะเป็น (0) และหาก Minor เป็น (-) ผลลัพธ์สุดท้ายก็จะเป็น (-)

หากกลุ่ม Major เป็น (-) แล้วกลุ่ม Minor เป็น (+) หรือ (0) ผลลัพธ์สุดท้ายจะเป็น (-) เพราะมองว่า Principle นั้นเป็น Nature progress แต่หาก Major ไม่ดีแล้ว Minor ดีหรือบอกไม่ได้ ก็ถือว่าเป็นชุดยาที่ไม่ดี แต่หาก Minor เป็น (-) ด้วย ผลลัพธ์สุดท้ายจะเป็น (--) เพราะ Principle ไม่ได้ถือว่าดี แล้วทั้ง Major Minor ก็ไม่ดีชุดยาอ่อน ไม่ดีอย่างมาก

หากกลุ่ม Major เป็น (--) แล้วกลุ่ม Minor เป็น (+) หรือ (0) ผลลัพธ์สุดท้ายจะเป็น (--) เนื่องจาก Principle นั้นเป็น Nature progress กลุ่ม Major ไม่ดีอย่างมาก ต่อให้ Minor ดีหรือไม่ก็สามารถระบุได้ว่าเป็นชุดยาที่ไม่ดีอย่างมาก โดยเฉพาะถ้า Minor ไม่ดีด้วยยิ่งทำให้เป็นชุดยาที่ไม่ดีมากที่สุด

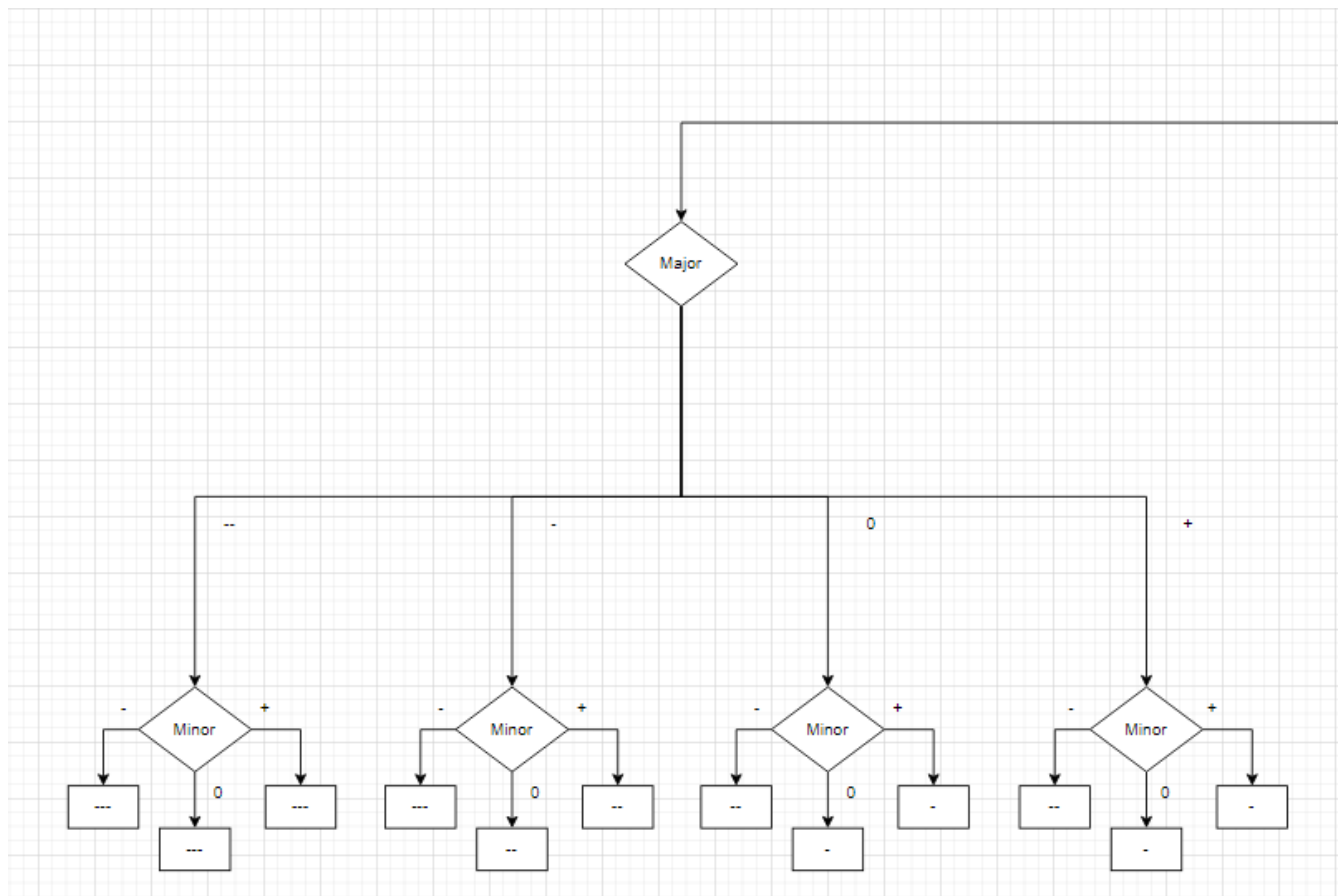


รูปที่ 38 Flowchart ของการให้ Rating ยา (3)

5.13.3. พิจารณาในกลุ่ม: Principle หรือ GFR Drop Rate เป็น (-)

หากกลุ่ม Major เป็น $(+)(0)(-)$ แล้ว Minor เป็น $(+)(0)(-)$ จะพิจารณาการให้ผลลัพธ์สุดท้ายว่า หากเจอผลของ principle Major หรือ Minor นั้นมี $(-)$ ก็ตัวก็ให้ผลลัพธ์สุดท้ายนับจำนวนผล $(-)$ ที่เจอมาเป็นผลลัพธ์สุดท้าย หากผล Major หรือ Minor เป็น $(+)$ หรือ เป็น (0) ไม่มีผลบันทึกค่าเลยก็ไม่ได้ส่งผลต่อผลลัพธ์สุดท้ายแต่อย่างใด เพราะปัจจัยที่สำคัญที่สุดในผู้ป่วยโรค Chronic Kidney Disease นั้นคือตัว Principle หรือ GFR ซึ่งหากไม่ได้แล้วชุดยาที่ให้ย่อมเป็นชุดยาที่ไม่ดีอย่างแน่นอน

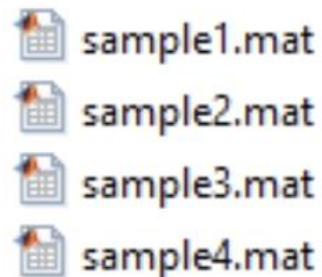
หากกลุ่ม Major เป็น (--) แล้วต่อให้กลุ่ม Minor จะมีผลเป็นอะไรก็ตามจะถือว่าผลลัพธ์สุดท้ายเป็น (---) เพราะปัจจัยที่มีความสำคัญมากทั้งสองนั้นผลแย่มากทั้งคู่ จึงเป็นชุดยาที่ไม่ดีที่สุด



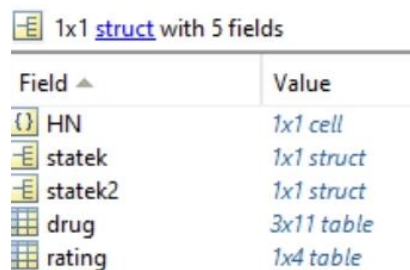
รูปที่ 39 Flowchart ของการให้ Rating ยา (4)

5.14. ทำการหา Rating ของยา และจัดเก็บ

ทำการหา Rating ของชุดข้อมูลที่จับคู่แล้วบันทึกให้อยู่ในรูปของ .mat file เป็น Struct ที่มีหลาย Field อยู่ข้างใน โดยจะทำการเพิ่ม Field จากนั้นจะได้ข้อมูลในส่วนของ Rating ของยา จะได้ 45,701 Files



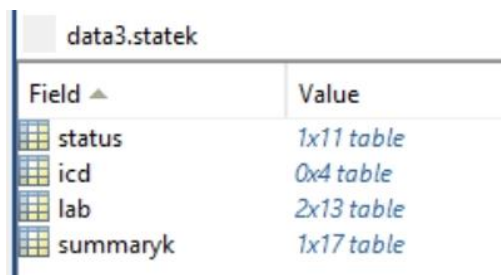
รูปที่ 40 ไฟล์ MATLAB ที่ประกอบด้วย data ที่ทำการจับคู่แล้ว



1x1 struct with 5 fields

Field ▲	Value
HN	1x1 cell
statek	1x1 struct
statek2	1x1 struct
drug	3x11 table
rating	1x4 table

รูปที่ 41 Struct ที่จัดเก็บข้อมูลในส่วนของ Rating ยา และผลการตรวจ 2 State



data3.statek

Field ▲	Value
status	1x11 table
icd	0x4 table
lab	2x13 table
summaryk	1x17 table

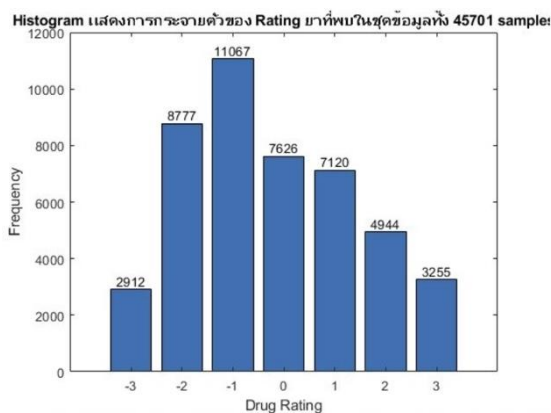
รูปที่ 42 Field ที่มี Struct ข้างในจะจัดเก็บข้อมูลการตรวจรวมถึงผลสรุปค่าซ้ำของ Factor ทั้งหมดที่สนใจของ State นั้นๆ

data3.rating				
	1	2	3	4
	Principle	Major	Minor	Drug_Rating
	-1	0	1	-1

รูปที่ 43 ตัวอย่างการให้ Rating ยา

5.15. ตรวจสอบการกระจายตัวของ Rating ยา และคัดเลือกชุดข้อมูลที่มีแค่ยาที่สามารถนำไปใช้แนะนำได้

หลังจากที่ได้ทำ Ranking ของยาเสร็จ จะได้ทั้งหมด 45,701 sample จึงมาดูการกระจายตัวของ Rating ยา โดยการนำ Histogram ที่แสดงการกระจายตัวของ Rating ยาที่พบ แขนงอนจะแสดงถึง Rating ของยา และแนวดิ่งจะแสดงถึง จำนวน Samples หลังจากนั้นจะทำการคัดเลือก ชุดข้อมูล ที่มีเฉพาะ Rating ของยาที่อยู่ในเกณฑ์ 1,2,3 ออกมาทำการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป โดยเมื่อทำการคัดเลือกแล้ว จะเหลือเพียง 15,319 Samples



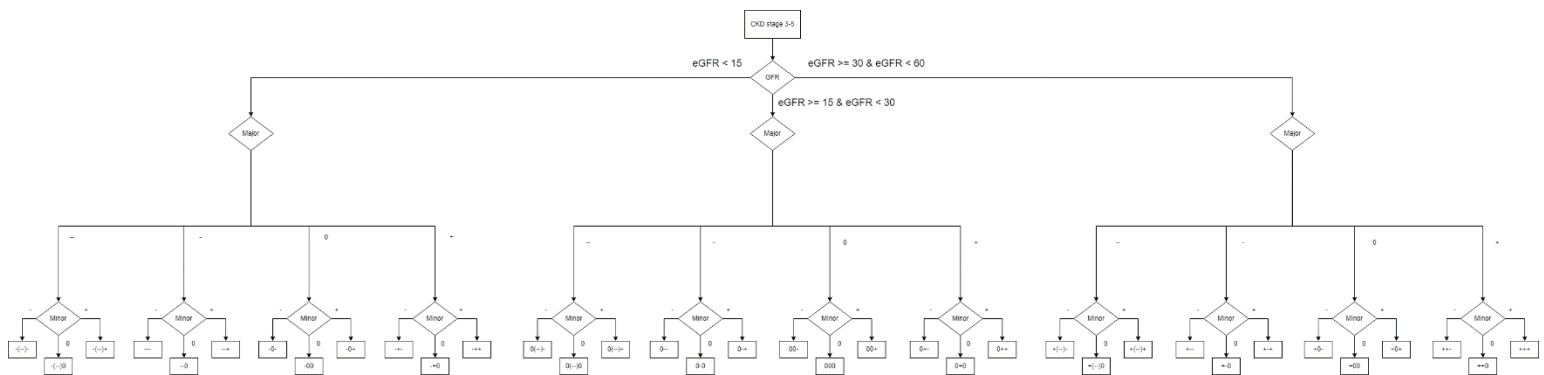
รูปที่ 44 ทำ Histogram ที่แสดงการกระจายตัวของ Rating ยาที่พบ

data4.rating				
	1	2	3	4
	Principle	Major	Minor	Drug_Rating
1	1	1	-1	2

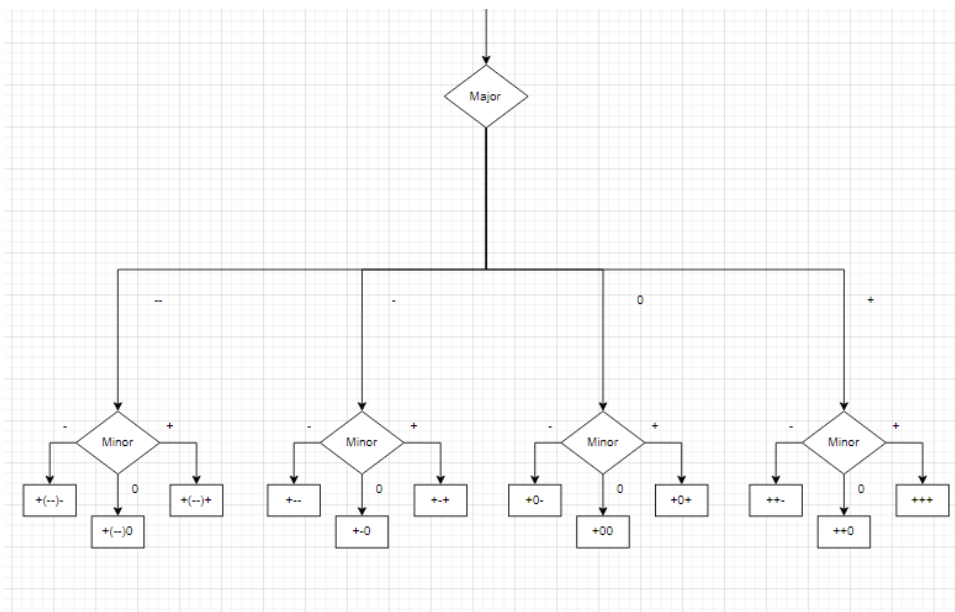
รูปที่ 45 ตัวอย่างข้อมูลของยาที่มี Rating ดี

5.16. Flowchart ในการจัดกลุ่มลักษณะของข้อมูล

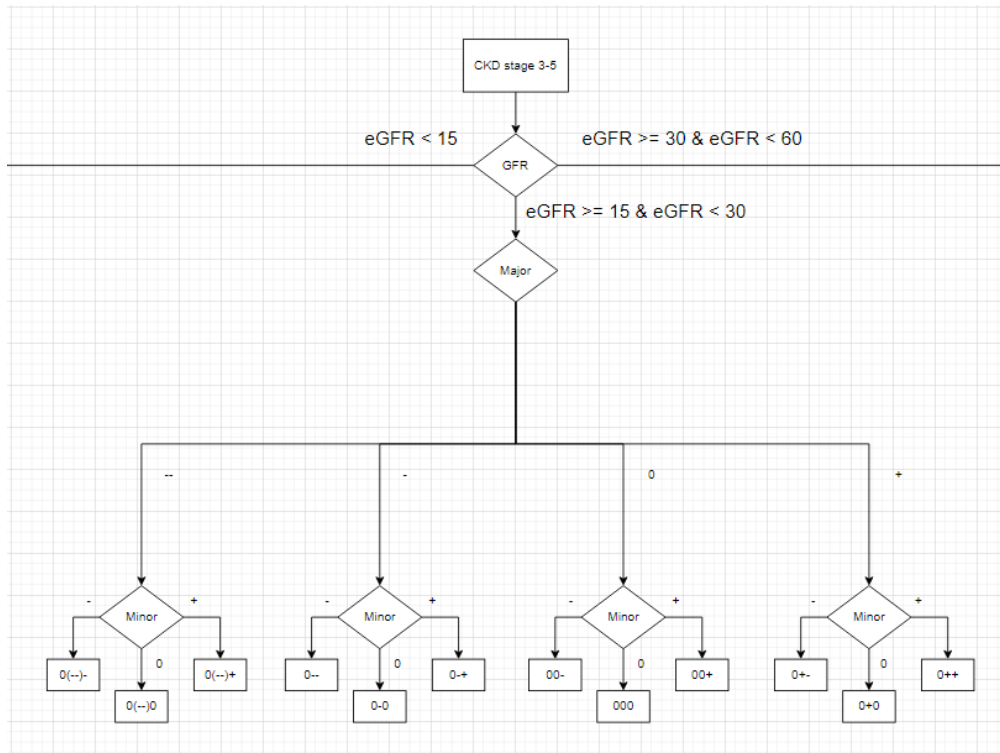
เพื่อป้องกันการ Train Test Split ที่จะทำให้กลุ่มของข้อมูลบางประเภทไม่กระจายตัวทั้งหมดไปใน ข้อมูลชุดฝึกสอน และชุดทดสอบได้ จะทำการพิจารณาลักษณะการจัดกลุ่มของข้อมูลเพื่อให้ทุกกลุ่มที่จัดสามารถเข้าไปอยู่ได้ทั้งใน ข้อมูลชุดฝึกสอน และชุดทดสอบ ซึ่งจะเป็นไปตาม Flowchart ที่ได้พิจารณาเอาไว้ จากนั้นจะจับกลุ่มตาม Flowchart ที่ได้ออกแบบ จะได้ออกมา 36 กลุ่มของชุดข้อมูล ซึ่งจะใช้ค่าที่ใช้ในการจับกลุ่มจาก ผลการตรวจต่าง ๆ ของ State k (Combination ได้ออกมา 36 combination จับกลุ่มมอคล้ายๆ ใน Flowchart การให้ Rating ยา แต่จะเปลี่ยนจาก พิจารณาด้วย eGFR Drop Rate เป็น ค่า eGFR อยู่ใน CKD Stage ไດแทน)



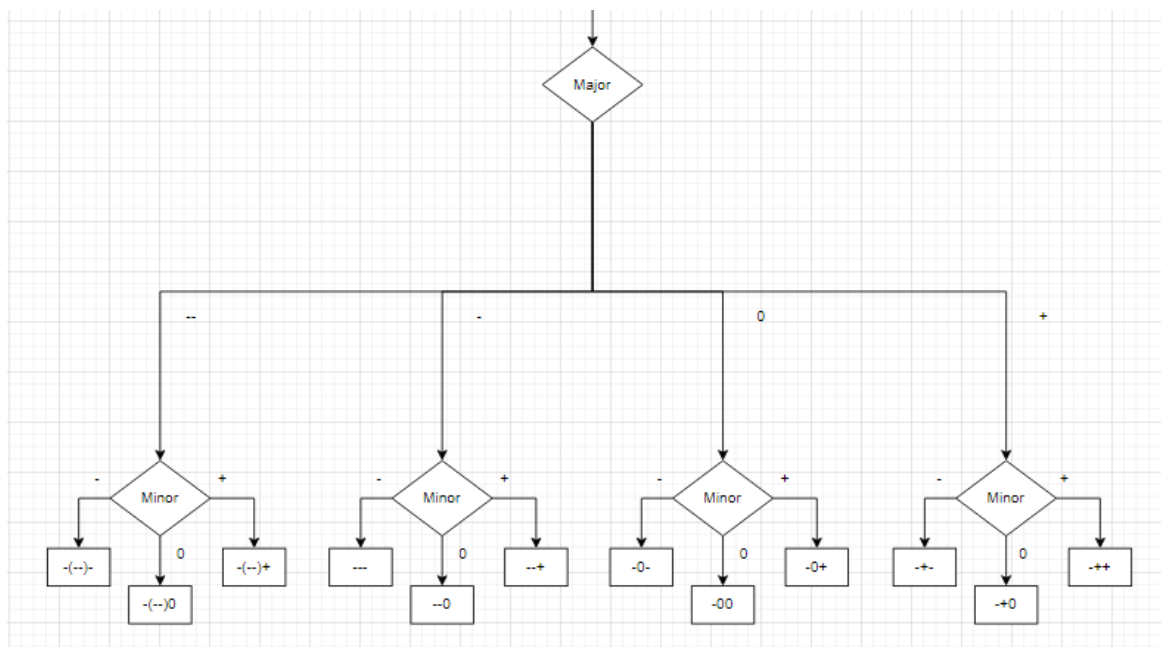
รูปที่ 46 Flowchart ของกลุ่มลักษณะของข้อมูล



รูปที่ 47 Flowchart ของกลุ่มลักษณะของข้อมูล (2)



รูปที่ 48 Flowchart ของกลุ่มลักษณะของข้อมูล (3)



รูปที่ 49 Flowchart ของกลุ่มลักษณะของข้อมูล (4)

5.17. จัดชุดข้อมูลเป็นกลุ่มโดยอิงจากลักษณะ Status State k และ ทำ Binary Conversion

หลังทำการจัดกลุ่มของข้อมูลเสร็จ และตัดข้อมูลส่วนที่ไม่ต้องการทิ้งไปซึ่งก็คือ Sample ที่มีค่า eGFR State k เกิน Range ของค่า eGFR ใน CKD Stage 3 - 5 จะทำให้เหลือ 14,352 Samples

จากนั้นทำการดึงส่วนของข้อมูลมาจัดเป็น Format ใหม่ซึ่งจะเป็นมีลักษณะเป็น CSV File: ที่ในแต่ละ แถวจะประกอบด้วย Status State k 12 หลัก และ ยาทั้งหมดที่พบใน 36 Combination 102 หลัก รวมทั้งหมดเป็น 114 หลัก

โดยในขั้นตอนการจัด Format ของข้อมูลใหม่ จะทำการ Binary Conversion ข้อมูลส่วน Status State k กับ ยา ทั้งหมดที่พบใน 36 Combination เป็นค่าใหม่ดังนี้

ในส่วน Status State k: มี 12 Column

สำหรับ Protein, UPCR, Protein_24hr_urine, Microalbumin_urine, HbA1c, Blood pressure, Uric_acid, Hemoglobin, PHOSPHATE_INORGANIC : จะมีค่า 3 รูปแบบ

-1 = ไม่มีข้อมูลของ Factor นั้น

1 = Bad Condition จะพิจารณาจากค่า Threshold ของแต่ละ Factor ถ้าอยู่ในเกณฑ์ที่มีอาการป่วย และ อาการป่วยที่รุนแรงจะถือว่าเป็นค่านี้

0 = Good Condition จะพิจารณาจากค่า Threshold ของแต่ละ Factor ถ้าอยู่ในเกณฑ์ที่ผลดีจะเป็นค่านี้

สำหรับ CKD_Stage3, CKD_Stage4, CKD_Stage5: จะมีค่า 2 รูปแบบ

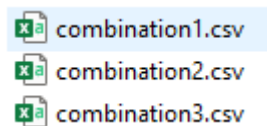
1 = เป็น CKD Stage นั้น

0 = ไม่เป็น CKD Stage นั้น

ในส่วนของ Drug: มี 102 Column จะมีค่า 2 รูปแบบ

0 = ไม่มีการจ่ายยา

1 = มีการจ่ายยา



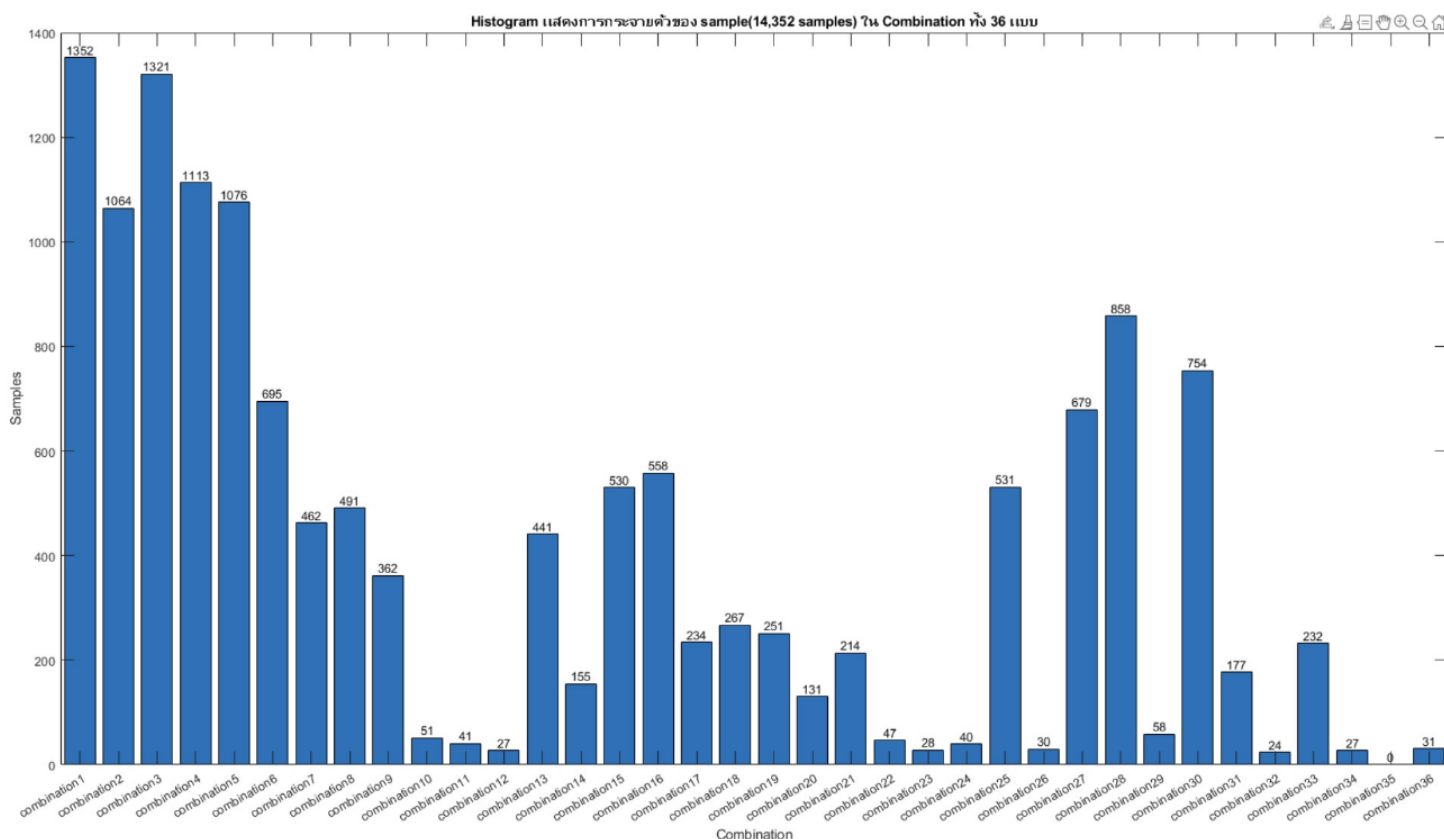
รูปที่ 50 CSV File ทั้ง 36 Combination

CKD_Stage3	CKD_Stage4	CKD_Stage5	Protein	UPCR	Protein_24hr_urine	Microalbumin_urine	HbA1c	Bloodpressure	Uric_acid	Hemoglobin	PHOSPHATE_INORGANIC	ACT108N	ADA104E	ADA105E
1	0	0	0	-1	-1	-1	0	-1	-1	0	-1	0	0	0
1	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	-1	0	0	0
1	0	0	-1	-1	-1	0	0	-1	0	-1	0	0	0	0
1	0	0	-1	-1	-1	-1	0	-1	0	0	-1	0	0	0

รูปที่ 51 ตัวอย่างชุดข้อมูล ใน CSV File

5.18. ตรวจสอบการกระจายตัวของจำนวน Samples แต่ละ Combination

หลังจากที่ได้จัดชุดข้อมูลแล้วก็จะทำ Histogram ที่แสดงการกระจายตัวของจำนวน Samples ใน Combination ทั้ง 36 รูปแบบ โคนแกนอนจะเป็น Combination และแกนตั้งจะเป็นจำนวน Samples ซึ่งในการตรวจสอบผลตรงนี้ได้จะช่วยให้เข้าใจลักษณะของชุดข้อมูลที่จะนำไปใช้ฝึกสอน และทดสอบโมเดลมากขึ้น โดยใน Combination ที่ 35 จะไม่มีข้อมูลอยู่เลย



รูปที่ 52 Histogram การกระจายตัวของ Sample ใน Combination ทั้ง 36 รูปแบบ

5.19. Train Test Split

นำ CSV File ทั้งหมด 36 ไฟล์ไปเข้าสู่กระบวนการ Train Test Split โดยจะใช้อัตราส่วนเป็น 80:20 และกำหนด Random_state เป็น 42 เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการแล้วจะนำส่วนที่ Split ของชุดฝึกสอน และชุดทดสอบมาเชื่อมต่อกันของแต่ละชุดของมันเอง โดยจะไล่จากส่วนของไฟล์ที่ 1 ไปจนถึง ไฟล์ที่ 36 แล้วบันทึกชุดข้อมูลเป็น CSV 2 Files คือ

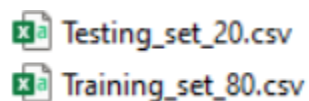
1. ชุดข้อมูลฝึกสอน: มี 11465 Rows และ 114 Columns
2. ชุดข้อมูลทดสอบ: มี 2887 Rows และ 114 Columns

```
train1, test1 = train_test_split(comb1, test_size=0.2, random_state=42)
train2, test2 = train_test_split(comb2, test_size=0.2, random_state=42)
train3, test3 = train_test_split(comb3, test_size=0.2, random_state=42)
train4, test4 = train_test_split(comb4, test_size=0.2, random_state=42)
train5, test5 = train_test_split(comb5, test_size=0.2, random_state=42)
train6, test6 = train_test_split(comb6, test_size=0.2, random_state=42)
train7, test7 = train_test_split(comb7, test_size=0.2, random_state=42)
train8, test8 = train_test_split(comb8, test_size=0.2, random_state=42)
train9, test9 = train_test_split(comb9, test_size=0.2, random_state=42)
```

รูปที่ 53 Train Test Split ทั้ง 36 Files ด้วยอัตราส่วน 80:20

```
#Vertical concat make Training set
train = pd.concat([train1,train2,train3,train4,train5,train6,train7,train8,train9,train10,train11,train12,train13,train14,train15,train16,train17,train18
train.reset_index(drop=True,inplace=True) #reset index and drop old index
train
```

รูปที่ 54 นำส่วนที่ Split ของชุดฝึกสอน และชุดทดสอบ มาต่อกันของมันเองทั้ง 36 ส่วน



รูปที่ 55 CSV 2 Files คือ 1. ชุดข้อมูลฝึกสอน 2. ชุดข้อมูลทดสอบ

5.20. ทำการระบุตำแหน่ง Row index ของแต่ละ Combination ทั้งในข้อมูลชุดฝึกสอน และทดสอบ

จะเขียนโปรแกรมในการระบุตำแหน่ง Row index ของแต่ละ Combination ทั้งในข้อมูลชุดฝึกสอน และทดสอบ โดยลักษณะของ Index Row ที่ปรากฏจะเป็นลักษณะ Index สำหรับการนำชุดข้อมูลไปใช้ใน โปรแกรม MATLAB ซึ่งจะเริ่ม Index Row ที่ 1

```
Combination 1 in training set index: 1 to 1081
Combination 2 in training set index: 1082 to 1932
Combination 3 in training set index: 1933 to 2988
Combination 4 in training set index: 2989 to 3878
Combination 5 in training set index: 3879 to 4738
Combination 6 in training set index: 4739 to 5294
Combination 7 in training set index: 5295 to 5663
Combination 8 in training set index: 5664 to 6055
Combination 9 in training set index: 6056 to 6344
Combination 10 in training set index: 6345 to 6384
Combination 11 in training set index: 6385 to 6416
Combination 12 in training set index: 6417 to 6437
Combination 13 in training set index: 6438 to 6789
Combination 14 in training set index: 6790 to 6913
Combination 15 in training set index: 6914 to 7337
Combination 16 in training set index: 7338 to 7783
Combination 17 in training set index: 7784 to 7970
Combination 18 in training set index: 7971 to 8183
Combination 19 in training set index: 8184 to 8383
Combination 20 in training set index: 8384 to 8487
Combination 21 in training set index: 8488 to 8658
Combination 22 in training set index: 8659 to 8695
Combination 23 in training set index: 8696 to 8717
Combination 24 in training set index: 8718 to 8749
Combination 25 in training set index: 8750 to 9173
Combination 26 in training set index: 9174 to 9197
Combination 27 in training set index: 9198 to 9740
Combination 28 in training set index: 9741 to 10426
Combination 29 in training set index: 10427 to 10472
Combination 30 in training set index: 10473 to 11075
Combination 31 in training set index: 11076 to 11216
Combination 32 in training set index: 11217 to 11235
Combination 33 in training set index: 11236 to 11420
Combination 34 in training set index: 11421 to 11441
We not have data in Combination 35
Combination 36 in training set index: 11442 to 11465
```

รูปที่ 56 ระบุตำแหน่ง Row index ของแต่ละ Combination ในชุดข้อมูลฝึกสอน

Combination 1 in Testing set index: 1 to 271
Combination 2 in Testing set index: 272 to 484
Combination 3 in Testing set index: 485 to 749
Combination 4 in Testing set index: 750 to 972
Combination 5 in Testing set index: 973 to 1188
Combination 6 in Testing set index: 1189 to 1327
Combination 7 in Testing set index: 1328 to 1420
Combination 8 in Testing set index: 1421 to 1519
Combination 9 in Testing set index: 1520 to 1592
Combination 10 in Testing set index: 1593 to 1603
Combination 11 in Testing set index: 1604 to 1612
Combination 12 in Testing set index: 1613 to 1618
Combination 13 in Testing set index: 1619 to 1707
Combination 14 in Testing set index: 1708 to 1738
Combination 15 in Testing set index: 1739 to 1844
Combination 16 in Testing set index: 1845 to 1956
Combination 17 in Testing set index: 1957 to 2003
Combination 18 in Testing set index: 2004 to 2057
Combination 19 in Testing set index: 2058 to 2108
Combination 20 in Testing set index: 2109 to 2135
Combination 21 in Testing set index: 2136 to 2178
Combination 22 in Testing set index: 2179 to 2188
Combination 23 in Testing set index: 2189 to 2194
Combination 24 in Testing set index: 2195 to 2202
Combination 25 in Testing set index: 2203 to 2309
Combination 26 in Testing set index: 2310 to 2315
Combination 27 in Testing set index: 2316 to 2451
Combination 28 in Testing set index: 2452 to 2623
Combination 29 in Testing set index: 2624 to 2635
Combination 30 in Testing set index: 2636 to 2786
Combination 31 in Testing set index: 2787 to 2822
Combination 32 in Testing set index: 2823 to 2827
Combination 33 in Testing set index: 2828 to 2874
Combination 34 in Testing set index: 2875 to 2880
We not have data in Combination 35
Combination 36 in Testing set index: 2881 to 2887

รูปที่ 57 ระบุตำแหน่ง Row index ของแต่ละ Combination ในชุดข้อมูลทดสอบ

5.21. เลือกโมเดล Restricted Boltzmann Machine

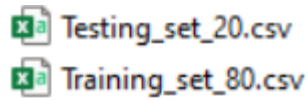
เนื่องจากต้องการสร้างระบบผู้แนะนำโดยใช้ การเรียนรู้ของเครื่อง หรือการเรียนรู้เชิงลึก หลังจากได้ทำการปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ และได้ทำการศึกษาโมเดลที่สามารถใช้ในการทำ Recommendation System ได้จึงได้ข้อสรุปว่าจะเลือกใช้โมเดล Restricted Boltzmann Machine หรือ RBM เพราะเป็นโมเดลที่เหมาะสมกับการใช้กับ ลักษณะข้อมูลที่ไม่มี Label เพราะเป็นโมเดลแบบ Generative Model หรือ โมเดลที่ใช้ในการสร้างข้อมูลใหม่ ชนิด Unsupervised Neural Network เมื่อป้อนข้อมูลชุดฝึกสอน มันจะทำการการค้นหา Pattern ของ Input แล้วจะสามารถ Regenerate Probability Sample กลับมาได้ซึ่งค่าของความน่าจะเป็นที่ส่งกลับมานั้นจะสามารถนำมาใช้เป็น ตัวที่บ่งบอกได้ว่าจะแนะนำชุดยาใดบ้างให้กับผู้ป่วยแต่ละคน หลังจากที่ได้เลือกทำการตัด Threshold ของความน่าจะเป็น ที่จะใช้เป็นเกณฑ์ในการแนะนำ

5.22. สร้าง และฝึกสอนโมเดล

ขั้นตอนในการสร้างโมเดลนั้น จะเกิดจากการนำทำการโหลดตัวโปรแกรมที่มีการเขียนโมเดล RBM ไว้ในแล้ว MATLAB File Exchange โดยจะนำโปรแกรมนี้นี้เป็นฐานในการสร้างโมเดล

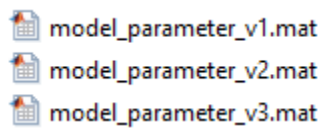
หลังจากที่โหลดเสร็จแล้วจะนำ โมเดลมาทำการปรับให้พร้อมที่จะรับชุดข้อมูลเข้าไปสำหรับการฝึกสอน โดยในขั้นตอนเตรียมการฝึกสอนจนถึงการฝึกสอนโมเดลจะมีดังนี้

1. ทำการอ่านชุดข้อมูลฝึกสอน และชุดข้อมูลทดสอบ เข้ามา
 - ชุดข้อมูลฝึกสอน: มี 11465 Rows และ 114 Columns
 - ชุดข้อมูลทดสอบ: มี 2887 Rows และ 114 Columns
2. ทำการแปลงชุดข้อมูลให้อยู่ในรูปของ Array เพื่อใช้ในการฝึกสอนโมเดล
3. ทำการ Set Hyperparameter ทั้งหมด 5 ค่าของโมเดล ได้แก่
 - จำนวน Neurons ของ Hidden Node
 - Learning Rate
 - Batch Size
 - Gibb Sampling Steps
 - Iterations
4. ทำการป้อนชุดข้อมูลฝึกสอนให้กับโมเดล
5. ทำการฝึกสอนโมเดล



รูปที่ 58 ชุดข้อมูลฝึกสอน และชุดข้อมูลทดสอบ

ทำการฝึกสอนโมเดล เมื่อทำการฝึกสอนเสร็จในแต่ละครั้งจะทำการ Save ตัวแปรที่เก็บค่า Parameter ต่าง ๆ ของโมเดลที่ได้รับการฝึกสอนแล้วเอาไว้เพื่อใช้ในการทดสอบโมเดลหลาย ๆ โมเดลหลังจากทำการ Tuning Hyperparameter โดยจะทำการฝึกสอนโมเดลที่ Hyperparameter ต่างกัน 3 โมเดล



รูปที่ 59 Save Model Parameter

5.22.1. ฝึกสอน โมเดลที่ 1

ทำการ Set Hyperparameter:

- จำนวน Neurons ของ Hidden Node = 15
- Learning Rate = 0.005
- Batch Size = 16
- Gibb Sampling Steps = 60
- Iterations = 717*3 หรือก็คือ 3 Epochs

```
%% Training Options
Options.max_itera=717*3;      % maximum number of learning itterations for 32:iteration
Options.N_gs=60;              % number of gibbs samplling steps
Options.Nneurons=15; %gamma(1); % number of neurons in the hidden layer
Options.eps=0.005;            % learning rate
Options.Sz_mb=16;             % size if mini-batch of data
```

รูปที่ 60 Set Hyperparameter โมเดลที่ 1

5.22.2. ฝึกสอน โมเดลที่ 2

ทำการ Set Hyperparameter:

- จำนวน Neurons ของ Hidden Node = 15
- Learning Rate = 0.01
- Batch Size = 32
- Gibb Sampling Steps = 60
- Iterations = 359*10 หรือก็คือ 10 Epochs

```
%% Training Options
Options.max_itera=359*10;      % maximum number of learning iterations
Options.N_gs=60;               % number of gibbs sampling steps
Options.Nneurons=15; %gamma(1); % number of neurons in the hidden layer
Options.eps=0.01;              % learning rate
Options.Sz_mb=32;              % size if mini-batch of data
```

รูปที่ 61 Set Hyperparameter โมเดลที่ 2

5.22.3. ฝึกสอน โมเดลที่ 3

ทำการ Set Hyperparameter:

- จำนวน Neurons ของ Hidden Node = 15
- Learning Rate = 0.01
- Batch Size = 64
- Gibb Sampling Steps = 60
- Iterations = 359*100 หรือก็คือ 50 Epochs

```
%% Training Options
Options.max_itera=359*100;      % maximum number of learning iterations
Options.N_gs=60;               % number of gibbs sampling steps
Options.Nneurons=15; %gamma(1); % number of neurons in the hidden layer
Options.eps=0.01;              % learning rate
Options.Sz_mb=64;              % size if mini-batch of data
```

รูปที่ 62 Set Hyperparameter โมเดลที่ 3

5.23. ทดสอบ และวัดผลโมเดล

ในขั้นตอนการทดสอบ และวัดผลโมเดลนั้นจะทำการดู Performance ของโมเดลได้หลังจากทำการฝึกสอนโมเดล โดยจะทำได้การดูค่า RMSE (Root Mean Square Error) ของตอนฝึกสอนโดยให้แกนนอนคือ จำนวน Iteration ในการฝึกสอน แกนตั้งเป็นค่า RMSE และสามารถทำได้จากการทดสอบโมเดลในการแนะนำชุดยา ให้กับผู้ป่วยแต่ละคนด้วย วิธีการเลือก Sample ในกลุ่มที่สนใจจากทั้งชุดข้อมูลฝึกสอน และชุดข้อมูลทดสอบ นำมาทำการทดสอบแล้วสังเกตผลลัพธ์ในรูปแบบค่าความน่าจะเป็นที่ถูก Regenerate Probability เทียบกับยาที่ผู้ป่วยได้รับไปจริง โดยในการป้อน Input ที่จะใช้ทดสอบ จะต้องแปลง ค่าของในส่วนของยา ให้เป็น 0 ทั้งหมดก่อนนำไปทดสอบด้วยโมเดล

ในส่วนของผลลัพธ์ในการทดสอบด้วยวิธีการเลือกข้อมูลทดสอบการแนะนำยานั้นจะมีการทำ Stem Plot เพื่อแสดงผลออกมาเป็น 3 กราฟ ซึ่งแต่ละกราฟก็จะบอกความหมายที่ต่างกัน โดยมีความหมายดังนี้

1. Input: หน้าตาข้อมูลทดสอบที่ป้อนเข้า
2. Regenerated Input: ผล Regenerate Probability จากโมเดลของการทดสอบ
3. Actual: ชุดข้อมูล หรือยาจริง ๆ ที่ผู้ป่วยได้รับ

5.23.1. เลือกข้อมูลที่ต้องการนำมาทดสอบจาก ชุดข้อมูลฝึกสอน และชุดข้อมูลทดสอบ:

โดยข้อมูล que เลือกมาทำการทดสอบจะเป็นข้อมูลจาก

1. Combination ที่ 1 แถวที่ 1 ในชุดข้อมูลฝึกสอน ซึ่งเป็นชุดข้อมูลที่ โมเดลเคยเจอมาแล้ว
2. Combination ที่ 3 แถวที่ 600 ในชุดข้อมูลทดสอบ ซึ่งเป็นชุดข้อมูลที่ โมเดลไม่เคยเห็น

Comb1:

```
%Data Training set M7 Test:
select_row = 1;
actual = xtr(select_row,:);
xp = xtr(select_row,:);
xp(13:114) = 0;
```

รูปที่ 63 ข้อมูลที่จะใช้ทดสอบ จากชุดข้อมูลฝึกสอน

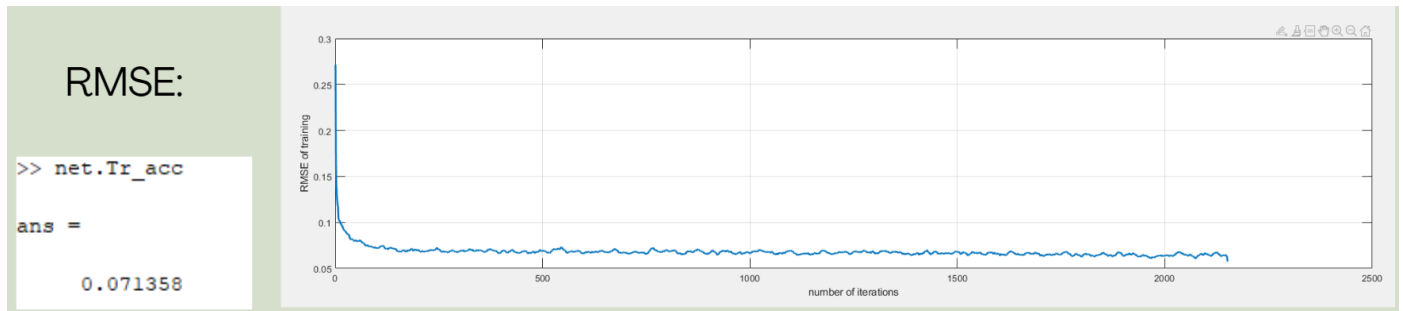
Comb3:

```
%Data Testing set M7 Test:
select_row = 600; %ex:600 %2882
actual = xtest(select_row,:);
xp = xtest(select_row,:);
xp(13:114) = 0; %ex:600 ถ้าให้ Drug
```

รูปที่ 64 ข้อมูลที่จะใช้ทดสอบ จากชุดข้อมูลทดสอบ

5.23.2. ผลลัพธ์ของการฝึกสอนโมเดลที่ 1

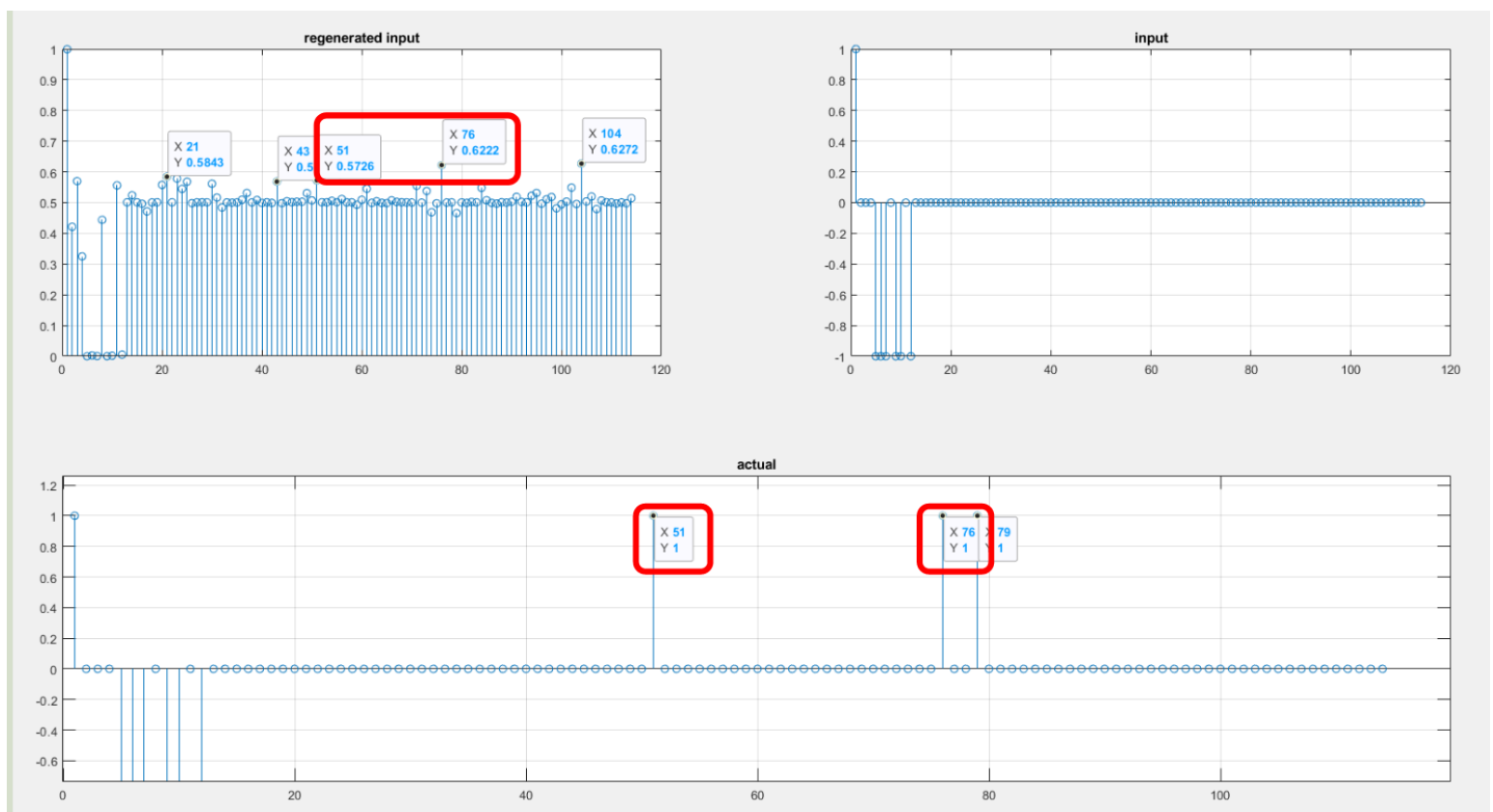
Performance ด้วย Root Mean Square Error (RMSE) ตอน Train ของ โมเดลที่ 1: มีค่า 0.071358



รูปที่ 65 RMSE ตอน Train ของโมเดลที่ 1

ทำการทดสอบโมเดลที่ 1 ในการแนะนำชุดยาด้วย ชุดข้อมูลฝึกสอน:

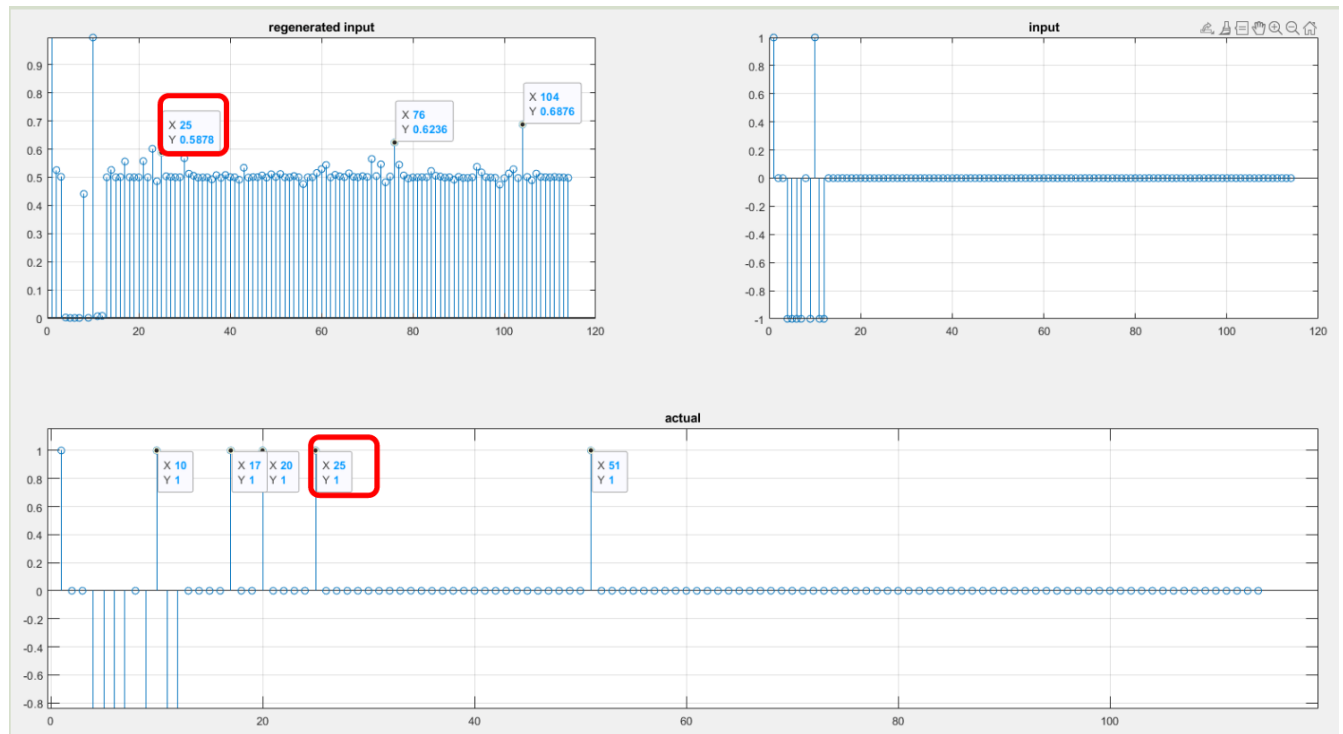
เมื่อทำการเทียบผลลัพธ์ของยาที่มีความน่าจะเป็นมากกับ ยาจริงที่ผู้ป่วยได้รับของข้อมูลที่ใช้ทดสอบ จะพบว่ามียาที่ตรงกับยาที่จ่ายจริง 2 ตัว นั่นคือยาหมายเลข 51 และ 76



รูปที่ 66 ผลทดสอบการแนะนำชุดยาด้วย ชุดข้อมูลฝึกสอน ของโมเดลที่ 1

ทำการทดสอบโมเดลที่ 1 ในการแนะนำชุดยาด้วย ชุดข้อมูลฝึกสอน:

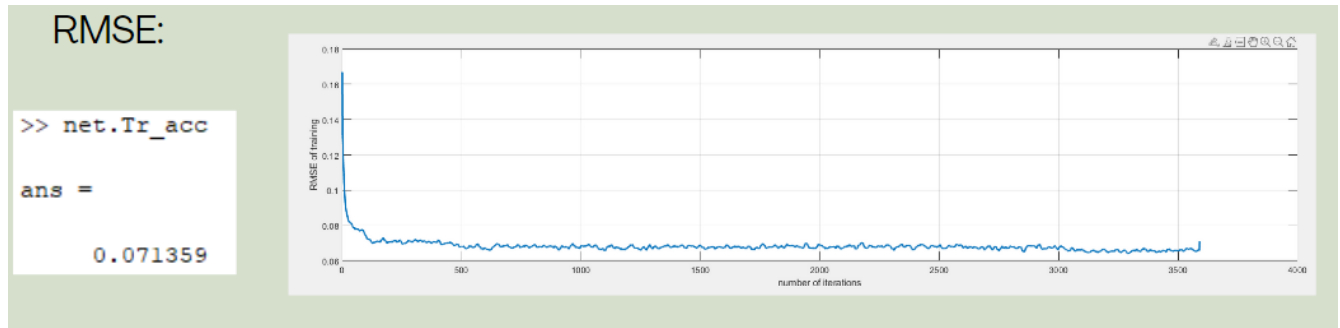
เมื่อทำการเทียบผลลัพธ์ของยาที่มีความน่าจะเป็นมากกับ ยาจริงที่ผู้ป่วยได้รับของข้อมูลที่ใช้ทดสอบ จะพบว่ามียาที่ตรงกับยาที่จ่ายจริง 1 ตัว นั่นคือยาหมายเลข 25



รูปที่ 67 ผลทดสอบการแนะนำชุดยาด้วย ชุดข้อมูลทดสอบ ของโมเดลที่ 1

5.23.3. ผลลัพธ์ของการฝึกสอนโมเดลที่ 2

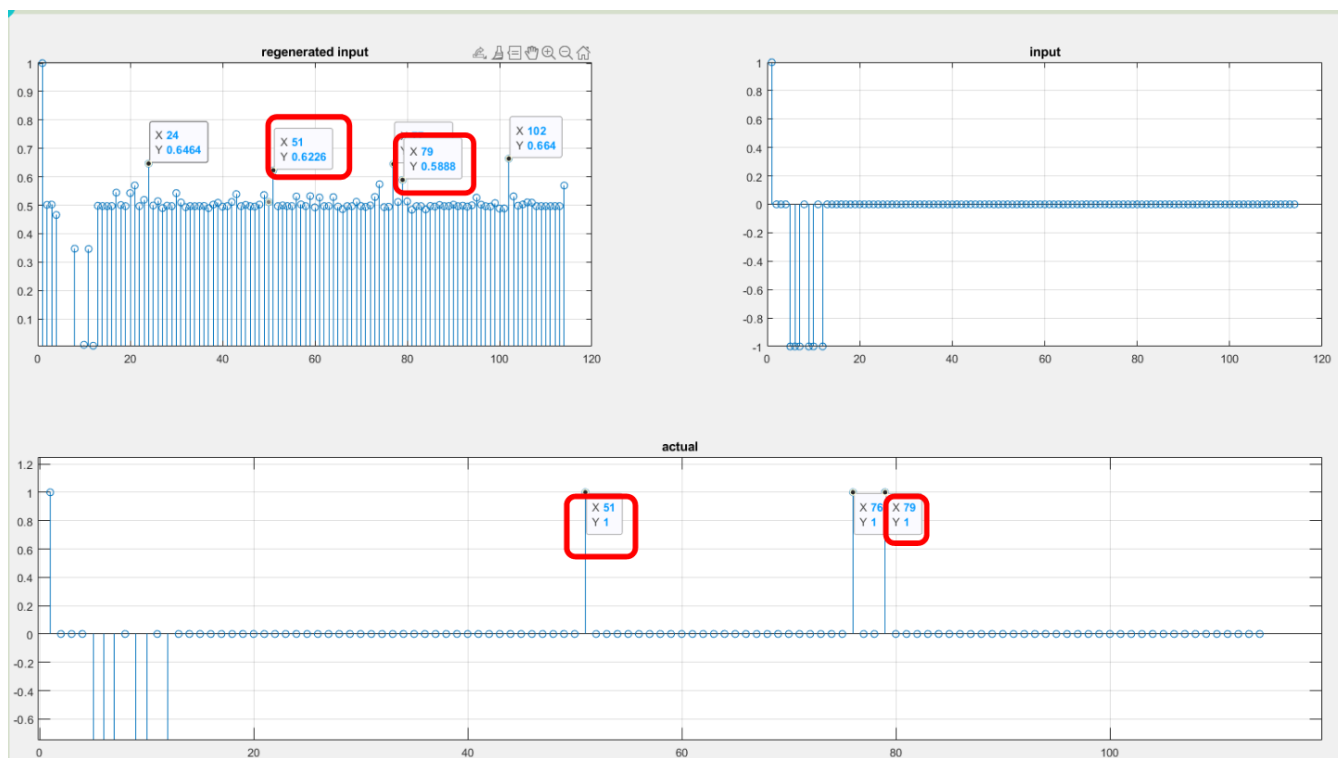
Performance ด้วย Root Mean Square Error (RMSE) ตอน Train ของ โมเดลที่ 2: มีค่า 0.071359



รูปที่ 68 RMSE ตอน Train ของโมเดลที่ 2

ทำการทดสอบโมเดลที่ 2 ในการแนะนำชุดยาด้วย ชุดข้อมูลฝึกสอน:

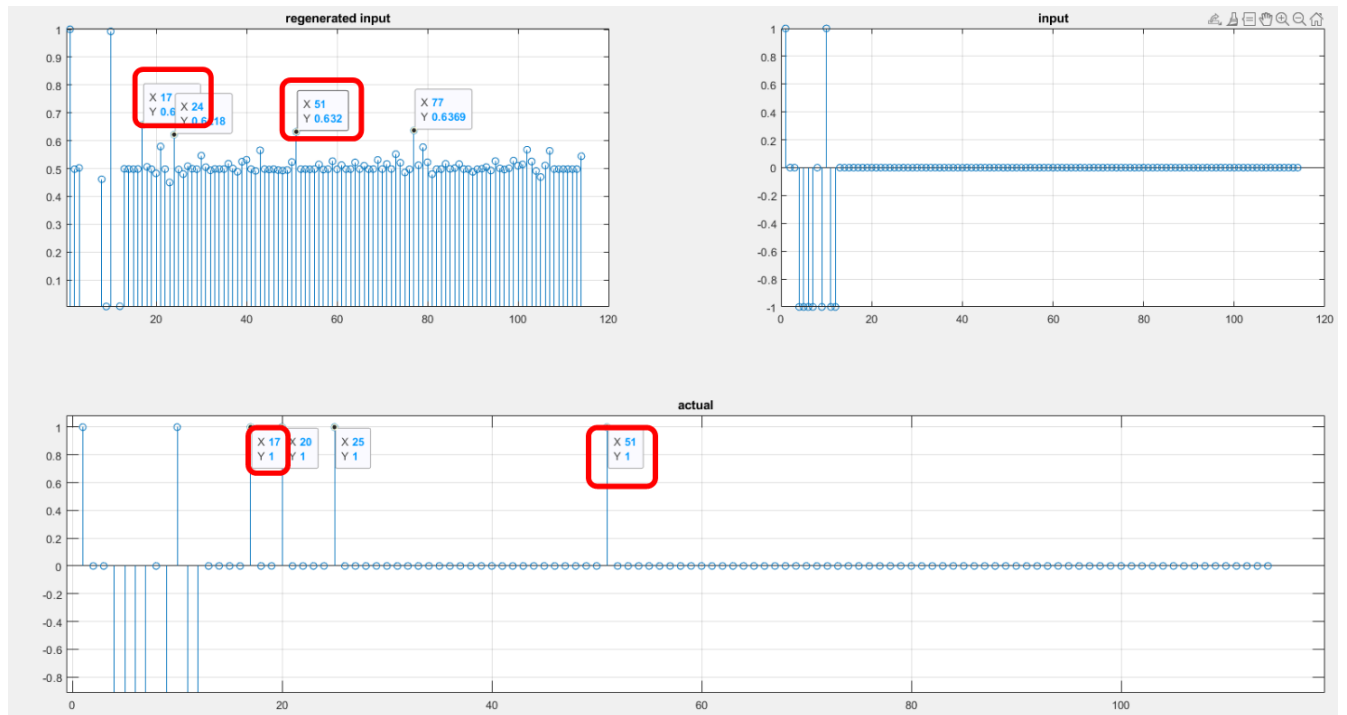
เมื่อทำการเทียบผลลัพธ์ของยาที่มีความน่าจะเป็นมากกับ ยาจริงที่ผู้ป่วยได้รับของข้อมูลที่ใช้ทดสอบ จะพบว่ามียาที่ตรงกับยาที่จ่ายจริง 2 ตัว นั่นคือยาหมายเลข 51 กับ 79



รูปที่ 69 ผลทดสอบการแนะนำชุดยาด้วย ชุดข้อมูลฝึกสอน ของโมเดลที่ 2

ทำการทดสอบโมเดลที่ 2 ในการแนะนำชุดยาด้วย ชุดข้อมูลฝึกสอน:

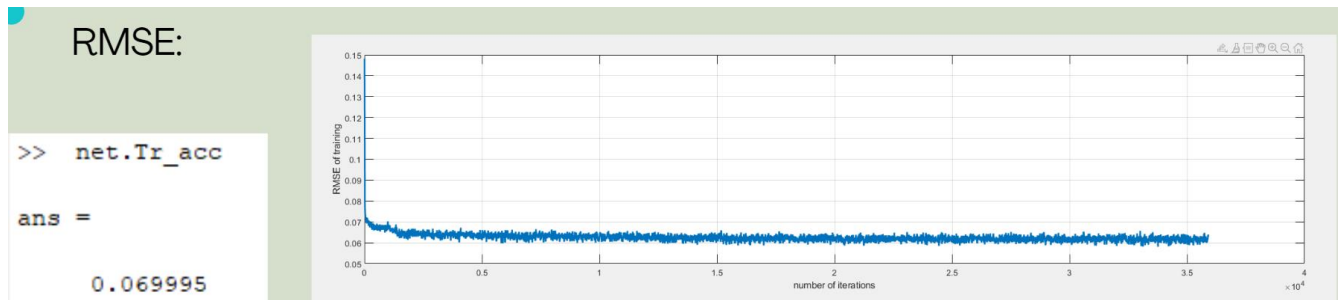
เมื่อทำการเทียบผลลัพธ์ของยาที่มีความน่าจะเป็นมากกับ ยาจริงที่ผู้ป่วยได้รับของข้อมูลที่ใช้ทดสอบ จะพบว่ามียาที่ตรงกับยาที่จ่ายจริง 2 ตัว นั่นคือยาหมายเลข 17 กับ 51



รูปที่ 70 ผลทดสอบการแนะนำชุดยาด้วย ชุดข้อมูลทดสอบ ของโมเดลที่ 2

5.23.4. ผลลัพธ์ของการฝึกสอนโมเดลที่ 3

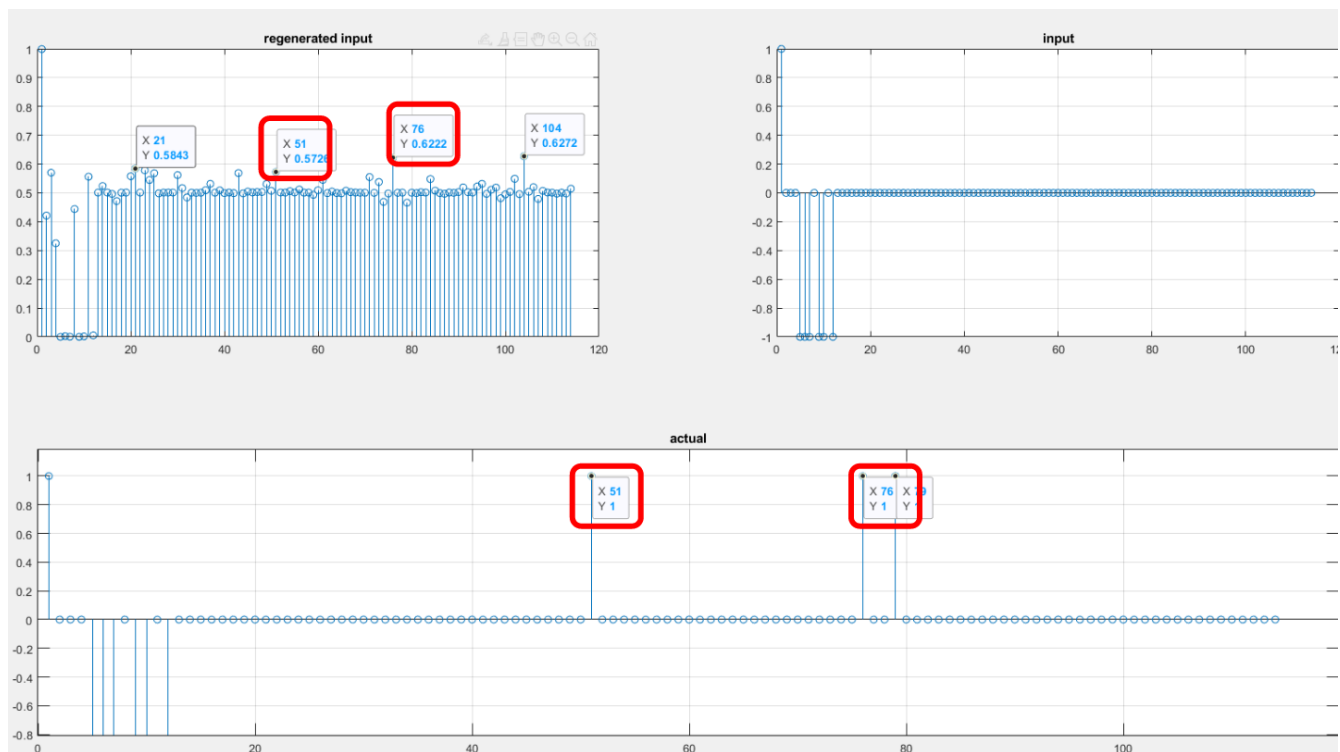
Performance ด้วย Root Mean Square Error (RMSE) ตอน Train ของ โมเดลที่ 3: มีค่า 0.069995



รูปที่ 71 RMSE ตอน Train ของโมเดลที่ 3

ทำการทดสอบโมเดลที่ 3 ในการแนะนำชุดยาด้วย ชุดข้อมูลฝึกสอน:

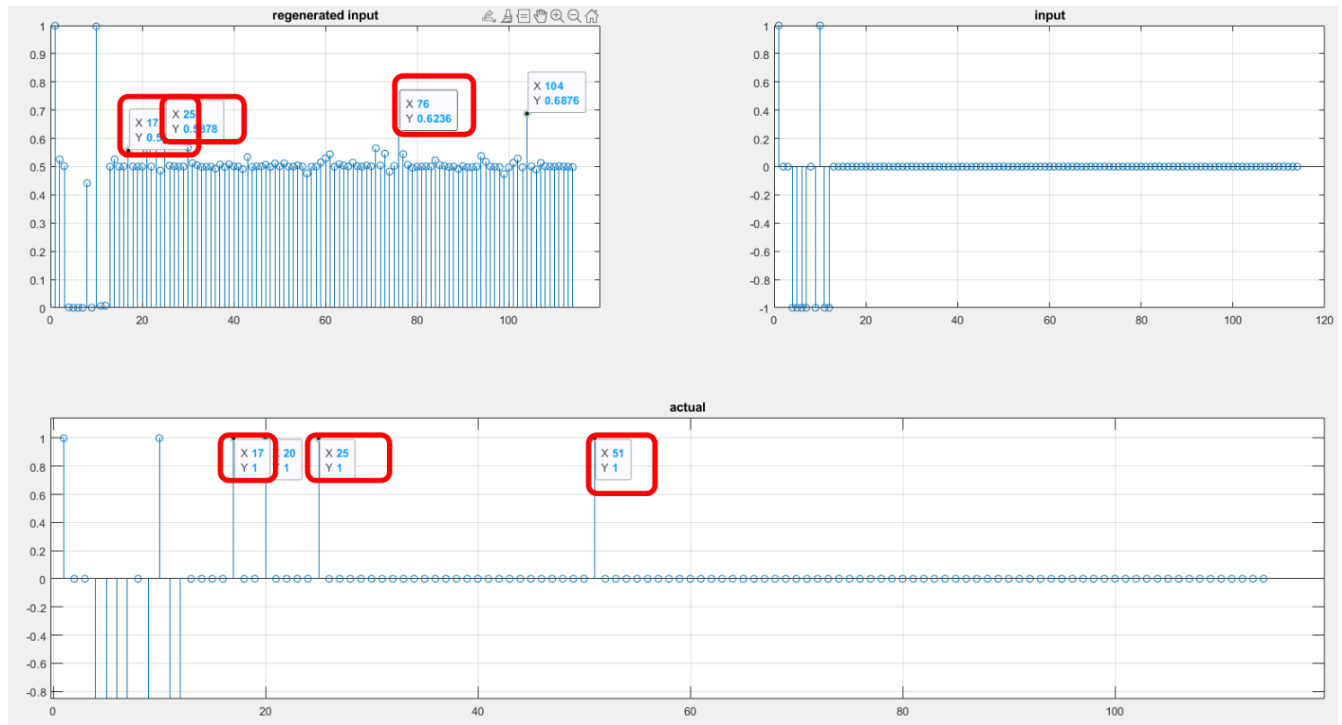
เมื่อทำการเทียบผลลัพธ์ของยาที่มีความน่าจะเป็นมากกับ ยาจริงที่ผู้ป่วยได้รับของข้อมูลที่ใช้ทดสอบ จะพบว่ามียาที่ตรงกับยาที่จ่ายจริง 2 ตัว นั่นคือยาหมายเลข 51 กับ 76



รูปที่ 72 ผลทดสอบการแนะนำชุดยาด้วย ชุดข้อมูลฝึกสอน ของโมเดลที่ 3

ทำการทดสอบโมเดลที่ 3 ในการแนะนำชุดยาด้วย ชุดข้อมูลฝึกสอน:

เมื่อทำการเทียบผลลัพธ์ของยาที่มีความน่าจะเป็นมากกับ ยาจริงที่ผู้ป่วยได้รับของข้อมูลที่ใช้ทดสอบ จะพบว่ามียาที่ตรงกับยาที่จ่ายจริง 3 ตัว นั่นคือยาหมายเลข 17, 21 และ 51



รูปที่ 73 ผลทดสอบการแนะนำชุดยาด้วย ชุดข้อมูลทดสอบ ของโมเดลที่ 3

5.23.5. สรุปผลการทดสอบโมเดล

จะสังเกตได้ว่าในส่วนของค่า Regenerated Input นั้นจะเป็นการส่งค่าความน่าจะเป็นของ Status และยาแต่ละตัวกลับมา โดยเราจะสนใจในส่วนของตัวยา ซึ่งจะมีทั้งกลุ่มยาที่ผลออกมาเป็นความน่าจะเป็นเกาะกลุ่มที่ 0.5 และยาตัวที่มีค่าความน่าจะเป็นมากกว่าพอประมาณเป็น 0.6 หรือมากกว่า ซึ่งยิ่งยาตัวไหนมีค่าความน่าจะเป็นมากนั้นคือ ยาที่อาจบอกได้ว่าควรจะเป็นยาที่จะสามารถนำมาใช้ในการแนะนำได้ โดยผลลัพธ์จากการดู Sample ที่เลือกตัวเดียวกันของทั้งสามโมเดล ในโมเดลที่ 3 เมื่อทำการเทียบผลลัพธ์ของยาที่มีความน่าจะเป็นมากกับ ยาจริงที่ผู้ป่วยได้รับของข้อมูลที่ใช้ทดสอบ จะพบว่ามียาที่ตรงกับยาที่จ่ายจริงมากกว่า 2 โมเดลแรก

6 สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

6.1. สรุปผลการดำเนินโครงการ

โครงการการแนะนำวิธีรักษาโรคไตด้วยการเรียนรู้ของเครื่อง ที่ผู้จัดทำได้ทำขึ้นนั้น เป็นระบบผู้แนะนำชุดยาสำหรับผู้ป่วยที่เป็นโรคไตวายเรื้อรัง เมื่อทำการทดสอบด้วยวิธีการเลือกข้อมูลที่น่าสนใจมาทดสอบ โมเดล Restricted Boltzmann Machine (RBM) สามารถส่งผลลัพธ์ ที่อาจเป็นตัวยาที่สามารถนำมาใช้ในการแนะนำได้ แต่อาจยังไม่สามารถบอกได้ว่า เป็นยาที่เหมาะสมกับผู้ป่วยแต่ละคนจริงหรือไม่ เนื่องด้วยเวลาในการทำโครงการที่จำกัด และทางผู้จัดทำโครงการนั้นได้ใช้เวลาส่วนมากไปในเรื่องของภาคการศึกษาด้านการแพทย์ โมเดล และการจัดข้อมูล เช่น การสร้าง Rating ของยา เพื่อให้สามารถนำมาใช้สร้างโมเดลเพื่อทำการแนะนำชุดยาจากการใช้การเรียนรู้ของเครื่อง และการเรียนรู้เชิงลึกได้ จึงทำให้ในส่วนของเรื่องการวัดผลของโมเดลในโครงการนี้ยังอาจทำได้ไม่ชัดเจนนัก เนื่องจากยังขาดในเรื่องของการนำข้อมูลไปทำการวิเคราะห์ต่อให้ละเอียดเพื่อดูความสัมพันธ์ของข้อมูลให้มากขึ้น และการวัดผลการทดสอบกับชุดข้อมูลทดสอบทั้งหมด

6.2. ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการพัฒนาโครงการนี้ ในส่วนของการวัดผลของโครงการนั้น อาจทำดีขึ้นได้โดยการนำชุดข้อมูลไปทำการวิเคราะห์เพิ่ม และอาจจะมีการเพิ่มกระบวนการฝึกสอนโมเดลในเรื่องของการมี Validation Set ในการฝึกสอน เพื่อให้ประสิทธิภาพสามารถวัดผลออกมาได้อย่างชัดเจน และสามารถนำไป Fine Tune เพื่อหาโมเดลที่ดียิ่งขึ้นได้นอกจากนี้ในส่วนของการทำ Preprocessing ชุดข้อมูล เช่นการทำ Scaling ชุดข้อมูลให้มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 1 นั้นก็อาจช่วยให้โมเดลสามารถทำงานได้มีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้ชุดข้อมูลที่เป็น Binary ในการฝึกสอนสำหรับ โมเดล Restricted Boltzmann Machine (RBM)

7 บรรณานุกรม

- [1] “โรคไตเรื้อรัง ไม่ยากเกินเข้าใจ” Internet: <https://www.siphhospital.com/th/news/article/share/461>, May 12, 2021 [Oct. 16, 2021].
- [2] “การตรวจการทำงานของไต (BUN, Creatinine, Creatinine clearance, eGFR)” Internet: <https://medthai.com/การตรวจการทำงานของไต/>, Feb. 13, 2018 [Oct. 23, 2021].
- [3] “หน้าที่ของไต” Internet: <https://www.bangkokhealth.com/articles/หน้าที่ของไต/> [Oct. 16, 2021].
- [4] “ข้อใจสูตรคำนวณค่า eGFR เพื่อวินิจฉัยโรคไตเรื้อรัง” Internet: <https://drsant.com/2020/08/egfr.html>, Aug 2, 2020 [Oct. 23, 2021].
- [5] “อาการโรคไต มีอะไรบ้าง?” Internet: <https://vichaivej-nongkhaem.com/health-info/อาการโรคไตมีอะไรบ้าง/> [Oct. 16, 2021].
- [6] อ.นพ.ณัฐพล เลหาเจริญยศ. “ความรู้จากแพทย์ศรีพัฒน์” Internet: <https://sriphath.med.cmu.ac.th/th/knowledge-97>, Sep 22, 2014 [Oct. 16, 2021].
- [7] G. Hinton and G. Hinton, “A Practical Guide to Training Restricted Boltzmann Machines A Practical Guide to Training Restricted Boltzmann Machines,” Internet: <https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/71212-restricted-boltzmann-machine> 2010 [Jan. 18, 2020]
- [8] Luke Sun, “Restricted Boltzmann Machine Creation as Recommendation System for Movie Review (part 1)” Internet: <https://towardsdatascience.com/restricted-boltzmann-machine-how-to-create-a-recommendation-system-for-movie-review-45599a406deb> [Apr. 14, 2020]

ประวัตินิสิต

1. ชื่อ-นามสกุล ณัฐนนท์ ตั้งกิจงามวงศ์ เลขประจำตัวนิสิต 6110551384

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ที่อยู่ปัจจุบัน 1905/1 ถ.พหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

โทรศัพท์ ที่บ้าน 02-579-0311 โทรศัพท์เคลื่อนที่ 092-992-5669

E-mail natanon.t@ku.th

ระดับการศึกษา: ปริญญาตรี

คุณวุฒิการศึกษา	จากโรงเรียน/สถาบัน	ปีการศึกษาที่จบ
มัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนเซนต์คาเบรียล	2560
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนเซนต์คาเบรียล	2557

2. ชื่อ-นามสกุล ศศิธร อนุวงศ์ทอง เลขประจำตัวนิสิต 6110551783

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ที่อยู่ปัจจุบัน 86/14 แกรนด์นิวดี อพาร์ทเมนต์ (420) ซอยงามวงศ์วาน 46 ถ.งามวงศ์วาน

แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

โทรศัพท์เคลื่อนที่ 082-439-3384

E-mail sasitorn.an@ku.th

ระดับการศึกษา: ปริญญาตรี

คุณวุฒิการศึกษา	จากโรงเรียน/สถาบัน	ปีการศึกษาที่จบ
มัธยมศึกษาตอนปลาย	โรงเรียนอิตานูเคราะห์	2560
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนอิตานูเคราะห์	2557