



## รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการ ระบบให้คำแนะนำการเรียกเก็บหนี้

โครงการ Collection Recommender System

คณะผู้วิจัย สังกัด

1. ผศ. ดร.สมศรี บัณฑิตวิไล (นักวิจัยพี่เลี้ยง)
2. รศ.ดร. ละออ บุญเกษม (หัวหน้าโครงการ)

ได้รับทุนสนับสนุนจาก กองทุนวิจัยสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการ ระบบให้คำแนะนำการเรียกเก็บหนี้

โครงการ Collection Recommender System

คณะผู้วิจัย สังกัด

1. ผศ. ดร. สมศรี บัณฑิตวิไล (นักวิจัยพี่เลี้ยง)
2. รศ. ดร. ละออ บุญเกษม (หัวหน้าโครงการ)

ได้รับทุนสนับสนุนจาก กองทุนวิจัยสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร  
ลาดกระบัง

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการ ระบบให้คำแนะนำการเรียกเก็บหนี้

โครงการ Collection Recommender System

คณะผู้วิจัย สังกัด

1. ผศ. ดร. สมศรี บัณฑิตวิไล (นักวิจัยพี่เลี้ยง)
2. รศ. ดร. ละออ บุญเกษม (หัวหน้าโครงการ)

ได้รับทุนสนับสนุนจาก กองทุนวิจัยสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร  
ลาดกระบัง

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## รายละเอียดโครงการ

สัญญาเลขที่ KREF186102/2561 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เลขที่ 1 ซอย  
ฉลองกรุง 1 แขวง/เขต ลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

ชื่อโครงการ (ไทย) ระบบให้คำแนะนำการเรียกเก็บหนี้

ชื่อโครงการ (อังกฤษ) Collection Recommender System

หัวหน้าโครงการ รศ.ดร. ละออง บุญเกษม

สังกัด ภาควิชา คณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ สจล.

หน่วยงานภาครัฐหรือเอกชนที่ร่วมมือ

ลักษณะความร่วมมือกับโครงการ

งบประมาณ 10,0000 บาท ระยะเวลา 5 กรกฎาคม 2561 – 4 กรกฎาคม

2562



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) ระบบให้คำแนะนำการเรียกเก็บหนี้

ชื่อ-สกุล หัวหน้าโครงการ และผู้ร่วมโครงการวิจัย

1. ผศ. ดร.สมศรี บัณฑิตวิไล (นักวิจัยที่เลี้ยง)
2. รศ.ดร. ละออ บุญเกษม (หัวหน้าโครงการ)

หน่วยงานต้นสังกัด ..... ภาควิชา คณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ สจล.....

บทคัดย่อ

เนื่องจากเกิดเอ็นพีแอลหรือสินเชื่อที่ไม่ก่อให้เกิดรายได้หรือหนี้เสียเพิ่มมากขึ้น การเรียกเก็บหนี้หรือกระบวนการในการเชื่อเชิญให้ลูกหนี้ชำระเงิน จึงมีความสำคัญอย่างมาก อย่างไรก็ตามยังมีงานวิจัยจำนวนไม่มากนักที่ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าว งานวิจัยชิ้นนี้จึงนำเสนอระบบให้คำแนะนำช่องทางการติดต่อหรือช่องทางการเรียกเก็บหนี้ที่มีประสิทธิภาพโดยใช้เทคนิคนาอ็ฟเบย์ ประสิทธิภาพหรือความถูกต้องของระบบมีอัตรา sensitivity ที่ 90.3%

คำสำคัญ : การแบ่งประเภท นาอ็ฟเบย์ การเรียกเก็บหนี้ สินเชื่อไม่ก่อให้เกิดรายได้ ช่องทางการติดต่อลูกหนี้

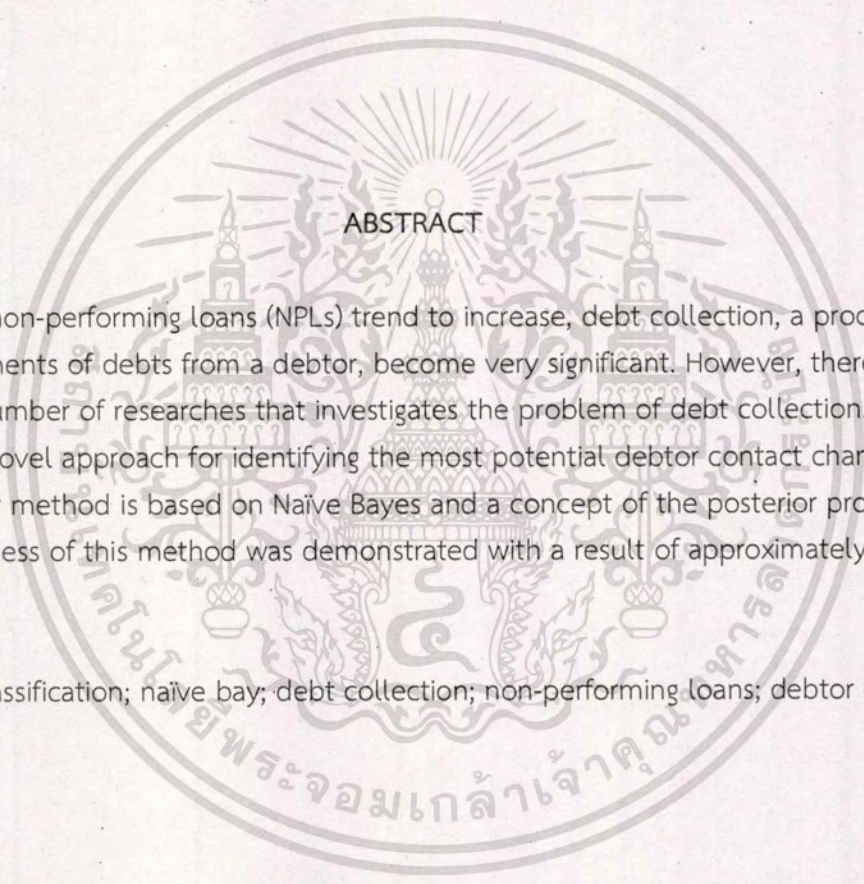
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research Title: Collection Recommender System

Researcher: 1. Assoc. Prof. Dr. Laor Boongasame

Faculty: Science

Department: Mathematics



### ABSTRACT

Due to non-performing loans (NPLs) trend to increase, debt collection, a process of pursuing payments of debts from a debtor, become very significant. However, there is still an inadequate number of researches that investigates the problem of debt collection. Therefore, a novel approach for identifying the most potential debtor contact channels is proposed. Our method is based on Naïve Bayes and a concept of the posterior probability. The effectiveness of this method was demonstrated with a result of approximately 90.3% sensitivity.

**Keywords:** Classification; naïve bay; debt collection; non-performing loans; debtor contact channel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทสรุปผู้บริหาร

ชื่อโครงการ: ระบบให้คำแนะนำการเรียกเก็บหนี้ (Collection Recommender System)

ชื่อ-สกุล หัวหน้าโครงการ และผู้ร่วมโครงการวิจัย

รศ.ดร. ละออ บุญเกษม (หัวหน้าโครงการ)

หน่วยงานต้นสังกัด.....ภาควิชา.คณิตศาสตร์.คณะวิทยาศาสตร์.สจล.....

ปีที่จัดทำ: พ.ศ. 2562

แหล่งทุน: กองทุนวิจัยสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง ภายใต้ทุนวิจัยเริ่มต้นสำหรับอาจารย์ใหม่

เนื่องจากเกิดเอ็นพีแอลหรือสินเชื่อที่ไม่ก่อให้เกิดรายได้หรือหนี้เสียเพิ่มมากขึ้น การเรียกเก็บหนี้หรือกระบวนการในการเชื่อเชิญให้ลูกหนี้ชำระเงิน จึงมีความสำคัญอย่างมาก อย่างไรก็ตามยังมีงานวิจัยจำนวนมากนักที่ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าว งานวิจัยชิ้นนี้จึงนำเสนอระบบให้คำแนะนำช่องทางการติดต่อหรือช่องทางการเรียกเก็บหนี้ที่มีประสิทธิภาพโดยใช้เทคนิคนาอิวเบย์ ประสิทธิภาพหรือความถูกต้องของระบบมีอัตรา sensitivity ที่ 90.3% accuracy ที่ซึ่งเป็นอัตราที่ค่อนข้างสูง อัตราดังกล่าวจะช่วยให้มั่นใจได้ว่าระบบนี้จะสามารถให้คำแนะนำเพื่อเพิ่มผลสำเร็จในการเรียกเก็บหนี้ได้เป็นอย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

|  | หน้า |
|--|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย.....                             | I    |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.. II                          |      |
| บทสรุปผู้บริหาร.....                             | III  |
| สารบัญ.....                                      | V    |
| สารบัญตาราง.....                                 | VII  |
| สารบัญภาพ.....                                   | IX   |
| บทที่ 1 บทนำ.....                                | 1    |
| 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....          | 1    |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....                 | 2    |
| 1.3 แผนการดำเนินการ.....                         | 2    |
| บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....       |      |
| 2.1 การเรียกเก็บหนี้.....                        | 4    |
| 2.2 ระบบให้คำแนะนำ.....                          | 4    |
| 2.3 ทฤษฎีของเบย์.....                            | 6    |
| บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....                  |      |
| 3.1 ข้อมูล.....                                  | 9    |
| 3.2 สถานการณ์.....                               | 10   |
| 3.3 โปรแกรมเรียกเก็บหนี้.....                    | 11   |
| บทที่ 4 การประเมินผล.....                        |      |
| 4.1 ผลการทดลองและการวิเคราะห์.....               | 13   |
| บทที่ 5 สรุปผล.....                              | 15   |
| บทที่ 6 ผลลัพธ์และประโยชน์ที่ได้จากงานวิจัย..... |      |
| 6.1 ผลที่ได้จากงานวิจัย.....                     | 16   |
| 6.2 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย.....            | 16   |
| 6.3 การนำไปใช้ประโยชน์.....                      | 16   |
| 6.4 ผลกระทบมูลค่าทางเศรษฐกิจ.....                | 16   |
| 6.5 แนวทางการพัฒนาต่อยอดผลงานในอนาคต.....        | 16   |
| 6.6 ผลการต่อยอดโครงการ.....                      | 16   |
| เอกสารอ้างอิง.....                               | 17   |
| ภาคผนวก  |      |
| ภาคผนวก ก โปรแกรม.....                           | 18   |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

|  |    |
|--|----|
| ภาคผนวก ข สรุปค่าใช้จ่ายการดำเนินโครงการวิจัย..... | 37 |
| ข้อมูลประวัติคณะผู้วิจัย.....                      | 40 |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

| ตารางที่                                    | หน้า |
|---|------|
| 1.1 แผนงานวิจัย .....                       | 2.   |
| 2.1 ข้อมูลการเรียกเก็บหนี้ .....            | 7    |
| 2.2 ตารางความถี่ข้อมูลการเรียกเก็บหนี้..... | 7    |
| 2.3 จัดอันดับช่องทางการเรียกเก็บหนี้.....   | 8    |
| 3.1 ข้อมูลจากบริษัทเรียกเก็บหนี้ .....      | 9    |
| 4.1 Confusion Matrix.....                   | 13   |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพ

| ภาพที่  | หน้า |
|---|------|
| 2.1 เทคนิคการคัดกรองจากเนื้อหา.....                               | 5    |
| 2.2 เทคนิคการคัดกรองแบบร่วมมือ.....                               | 6    |
| 2.3 เหตุการณ์ A บนเหตุการณ์ k เหตุการณ์ที่เกิดพร้อมกันไม่ได้..... | 6    |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 1 บทนำ

โครงการวิจัยในหัวข้อเรื่อง “Naive Bay for Debt Collection Contact Channel” มีความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาตามที่กล่าวในหัวข้อย่อยที่ 1.1 และกล่าวถึง วัตถุประสงค์ของการวิจัย และแผนการดำเนินการ ตามหัวข้อย่อยที่ 1.2 และ 1.3 ตามลำดับ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ธนาคารพาณิชย์ในปัจจุบันพบกับปัญหาการเพิ่มขึ้นของสินเชื่อที่ไม่ก่อให้เกิดรายได้ (Non-Performing Loan : NPL) จากการสำรวจเมื่อปี พ.ศ. 2560 พบว่าสินเชื่อที่ไม่ก่อให้เกิดรายได้ของธนาคารพาณิชย์ทั้งระบบเติบโตมากขึ้น มาอยู่ที่ 405,328 ล้านบาท หรือคิดเป็น 2.95% ต่อสินเชื่อรวม เพิ่มขึ้น 13% หรือ 47,246 ล้านบาท จากช่วงเดียวกันปีก่อน จากปัญหาดังกล่าว ธนาคารพาณิชย์จึงทำการจัดเตรียมแผนการดำเนินงานการเรียกเก็บหนี้หรือกระบวนการเชื่อเชิญให้ชำระหนี้ให้มีประสิทธิภาพและรัดกุมยิ่งขึ้น งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียกเก็บหนี้ยังมีไม่มากนัก หนึ่งในนั้นคือ Martin Del Vecchio et al. [9] ซึ่งเสนอวิธีการใหม่ในการพิจารณาว่าใครคือบุคคลที่อาจมีการผิดนัดชำระหนี้ Abe et al. [10] มีการพัฒนาวิธีการใหม่ในการจัดการภาษีและการเรียกเก็บหนี้ของสถาบันการเงิน อย่างไรก็ตามการเลือกช่องทางการเรียกเก็บหนี้เพื่อให้ประสบความสำเร็จในการเรียกเก็บหนี้ถือเป็นเรื่องที่สำคัญ แต่ยังไม่มียานวิจัยนำเสนอ การเรียกเก็บหนี้มีหลายช่องทาง เช่น ส่ง statement หรือ invoice จดหมาย โทรศัพท์ พนักงานติดตาม แต่ละช่องทางล้วนมีค่าใช้จ่ายที่แตกต่างกัน และทำให้ลูกค้าแต่ละรายพึงพอใจแตกต่างกันด้วย ดังนั้นจึงเป็นการสมควรอย่างยิ่งที่เราจะนำระบบให้คำแนะนำมาปรับใช้

ระบบให้คำแนะนำ (Recommendation System) คือ ระบบที่สามารถแนะนำข้อมูลต่างๆ ที่คาดว่าผู้ใช้จะสนใจ เทคนิคที่ใช้ในระบบสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 แบบ คือ 1) เทคนิคการคัดกรองจากเนื้อหา (Content-based Filtering) เป็นเทคนิคที่เน้นไปที่คุณลักษณะหรือเนื้อหาที่ผู้ใช้สนใจเท่านั้น ไม่เกี่ยวข้องกับผู้ใช้รายอื่นอื่น 2) เทคนิคการคัดกรองแบบร่วมมือ (Collaborative Recommendation) เป็นเทคนิคที่มีการผสมผสานโดยใช้คุณลักษณะของผู้ใช้รายอื่นอื่น มาช่วยในการคำนวณด้วย และ 3) เทคนิคผสมผสาน (Hybrid approaches) เป็นการผสมผสานระหว่างเทคนิคการคัดกรองจากเนื้อหา กับการคัดกรองแบบร่วมมือ ระบบจะช่วยแนะนำผู้เรียกเก็บหนี้หรือ collector ว่าลูกค้าคนใดควรใช้วิธีการใดในการเรียกเก็บหนี้จึงจะเหมาะสม หรืออีกนัยหนึ่งก็คือวิธีการใดจะทำให้เกิดความสำเร็จในการเรียกเก็บ งานวิจัยชิ้นนี้ได้นำเอาทฤษฎีเบย์ (Bayes Theorem) มาปรับใช้กับระบบให้คำแนะนำโดยใช้เทคนิคการคัดกรองแบบร่วมมือ เนื่องจากสอดคล้องเหมาะสมกับปัญหา

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาและสร้างโมเดลระบบคำแนะนำสำหรับการเรียกเก็บหนี้ของธนาคารพาณิชย์
2. ศึกษาเทคนิคต่างๆที่มีใช้อยู่ในระบบให้คำแนะนำเพิ่มเติม
3. ศึกษาทฤษฎีเบย์ เพื่อเป็นเทคนิคในระบบให้คำแนะนำ

## 1.3 แผนการดำเนินการ

แผนการดำเนินการมีดังต่อไปนี้

1. ทบทวนวรรณกรรม (เพิ่มเติม) เกี่ยวกับโมเดลระบบคำแนะนำสำหรับงาน collection ของธนาคารพาณิชย์
2. ทบทวนวรรณกรรม (เพิ่มเติม) เกี่ยวกับเทคนิคต่างๆที่มีใช้อยู่ในระบบให้คำแนะนำ เช่น Hybrid Filtering
3. ออกแบบโมเดลระบบให้คำแนะนำให้แก่งาน collection ของธนาคารพาณิชย์
4. ส่งผลงานตีพิมพ์และนำเสนอผลงาน
5. เปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างการใช้และไม่ใช้โมเดลดังกล่าว
6. จัดทำรายงาน ส่งผลงานตีพิมพ์และนำเสนอผลการวิจัย

ตาราง 1.1: แผนงานวิจัย

| กิจกรรม   | ปีที่ 1         |                  | ผู้รับผิดชอบ                                    |
|---|-----------------|------------------|---|
|   | เดือนที่<br>1-6 | เดือนที่<br>7-12 |   |
| 1) ทบทวนวรรณกรรม (เพิ่มเติม) เกี่ยวกับโมเดลระบบคำแนะนำสำหรับงาน collection ของธนาคารพาณิชย์         | ↔               |                  | รศ. ดร. ละออ บุญเกษม<br>ผศ. ดร.สมศรี บัณฑิตวิไล |
| 2) ทบทวนวรรณกรรม (เพิ่มเติม) เกี่ยวกับเทคนิคต่างๆที่มีใช้อยู่ในระบบให้คำแนะนำ เช่น Hybrid Filtering | ↔               |                  | รศ. ดร. ละออ บุญเกษม<br>ผศ. ดร.สมศรี บัณฑิตวิไล |
| 3) ออกแบบโมเดลระบบให้คำแนะนำให้แก่งาน collection ของธนาคารพาณิชย์                                   | ↔               |                  | รศ. ดร. ละออ บุญเกษม<br>ผศ. ดร.สมศรี บัณฑิตวิไล |
| 4) ส่งผลงานตีพิมพ์และนำเสนอผลงาน  |                 | ↔                | รศ. ดร. ละออ บุญเกษม<br>ผศ. ดร.สมศรี บัณฑิตวิไล |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

|   |  |   |   |
|---|--|---|---|
| 6) เปรียบเทียบเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างการใช้และไม่ใช้โมเดลดังกล่าว |  | ↔ | รศ. ดร. ละออ บุญเกษม<br>ผศ. ดร.สมศรี บัณฑิตวิไล |
| 7) จัดทำรายงาน ส่งผลงานตีพิมพ์และนำเสนอผลการวิจัย                       |  | ↔ | รศ. ดร. ละออ บุญเกษม<br>ผศ. ดร.สมศรี บัณฑิตวิไล |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยชิ้นนี้เกี่ยวข้องกับทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจำนวนมาก ดังที่กล่าวไว้ในแต่ละหัวข้อย่อยของบทนี้

#### 2.1 การเรียกเก็บหนี้ (Collection)

การเรียกเก็บหนี้ (Collection) คือ ความพยายามเพื่อให้ได้รับหนี้หรือสินเชื่อที่ปล่อยไปคืน อาจเริ่มจากการเตือนลูกค้าก่อนกำหนด ครบกำหนดชำระแล้ว หรือจะเริ่มต้นเมื่อลูกหนี้ไม่ชำระหนี้ตามกำหนดเวลาที่ตกลงกันได้ การเรียกเก็บหนี้ที่ดี จะต้องเรียกเก็บหนี้ได้รวดเร็ว ค่าใช้จ่ายน้อย รักษาภาพพจน์ที่ดีของกิจการ รวมทั้งยังคงความสัมพันธ์ที่ดีแก่ลูกหนี้ด้วย [3]

ลูกหนี้มีหลายประเภท ทำให้เจ้าหนี้ปฏิบัติต่อลูกหนี้ที่มีชนิดชำระหนี้แตกต่างกันออกไป มีการแบ่งลูกหนี้ออกตามความเสี่ยง โดยพิจารณาจากความน่าเชื่อถือและความสามารถในการชำระหนี้ ดังนี้  
ดี (Good Risk) เป็นลูกหนี้ที่ชำระเงินตรงตามกำหนดเวลา มีความน่าเชื่อถือสูง  
ปานกลาง (Fair Risk) เป็นลูกหนี้ที่อาจจะชำระเงินล่าช้าบ้าง ผลมาจากปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ เช่น ปัจจัยทางเศรษฐกิจ มีความน่าเชื่อถือปานกลาง  
ต่ำ (Poor Risk) เป็นลูกหนี้ที่จ่ายชำระหนี้ช้ากว่ากำหนดเสมอๆ มีความน่าเชื่อถือต่ำ

#### 2.2 ระบบให้คำแนะนำ (Recommendation System)

ระบบให้การแนะนำ คือ ระบบที่สามารถแนะนำข้อมูลต่างๆ ที่คาดว่าผู้ใช้จะสนใจ [14] เป็นระบบที่นำมาใช้เพื่อเสนอแนะแนวทางต่างๆ ที่เหมาะสมและน่าสนใจให้แก่ผู้ใช้ ประกอบไปด้วย 4 ส่วนหลักๆ ดังนี้ [13]

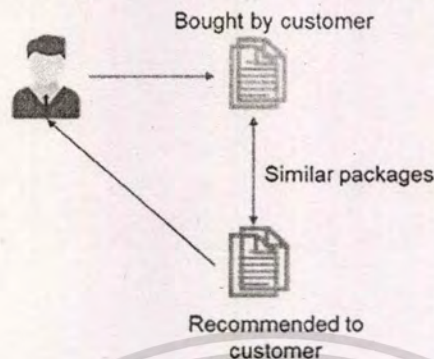
- ก. ส่วนข้อมูลพื้นฐานหรือคุณลักษณะที่ผู้ใช้งานสนใจรวมทั้งคุณลักษณะที่เกี่ยวข้อง
- ข. ส่วนการให้คะแนนของแต่ละคุณลักษณะในข้อ 1 เช่น การให้คะแนนเป็นสเกลจาก 1 ถึง 5 หรือการให้คะแนนแบบที่สำเร็จหรือไม่สำเร็จ
- ค. ส่วนของอัลกอริทึมที่ใช้ในการประมวลผลเพื่อให้สามารถให้คำแนะนำผู้ใช้ได้ถูกต้อง ตรงตามความต้องการ สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 แบบ คือ 1) เทคนิคการคัดกรองจากเนื้อหา 2) เทคนิคการคัดกรองแบบร่วมมือ และ 3) เทคนิคผสมผสาน
- ง. ส่วนของการสรุปผล หรือการให้คำแนะนำแก่ผู้ใช้

##### 2.2.1 เทคนิคการคัดกรองจากเนื้อหา (Content-based Filtering)

เป็นวิธีการหนึ่งในการกรองข้อมูลโดยเน้นไปที่คุณลักษณะที่ผู้ใช้สนใจเท่านั้น ไม่เกี่ยวข้องกับผู้ใช้รายอื่นอื่น เช่น หากเราทำระบบแนะนำการสั่งซื้อหนังสือ เราจะแนะนำผู้ใช้ได้เฉพาะประเภทหนังสือที่ใกล้เคียงกับที่ผู้ใช้คนดังกล่าวเคยซื้อแล้วเท่านั้น ด้วยวิธีการนี้นั้นจะพบว่า มีข้อจำกัดบางอย่าง เช่น หากผู้ใช้ไม่เคยซื้อหนังสือในระบบมาก่อนหรือซื้อเพียงไม่กี่ประเภทเท่านั้น ก็เป็นการยากที่ระบบจะมีข้อมูลเพียงพอที่จะแนะนำผู้ใช้ได้ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และพอเพียง นอกจากนี้หากข้อมูลที่สนใจอยู่ในรูปแบบที่ไม่ได้เป็นข้อความเช่น เพลง วิดีโอ ภาพยนต์ ก็ดูจะค่อนข้างยากมากขึ้น หลักการของเทคนิคการคัดกรองจากเนื้อหา จะแสดงดังแผนภาพที่ 2.1



แผนภาพที่ 2.1: เทคนิคการคัดกรองจากเนื้อหา

### 2.2.2 เทคนิคการคัดกรองแบบร่วมมือ (Collaborative-based Filtering)

เทคนิคการคัดกรองแบบร่วมมือ [10, 14-16] เป็นวิธีการหนึ่งในการกรองข้อมูลโดยอ้างอิงคุณลักษณะที่ผู้ใช้งานนี้สนใจ รวมทั้งที่ผู้ใช้งานรายอื่นสนใจด้วย โดยอาจจะอิงจากสินค้าเป็นหลัก (item-based collaborative) หรือ ผู้ใช้เป็นหลัก (user-based collaborative) ก็ได้ เช่น หากเราทำระบบแนะนำการสั่งซื้อหนังสือ เราจะแนะนำผู้ใช้งานนอกจากหนังสือที่ผู้ใช้ซื้อแล้ว มีผู้ใช้อีกหลายรายซื้อหนังสืออื่นอื่นที่มีลักษณะใกล้เคียงกับหนังสือนี้เพิ่มเติมซึ่งถือว่าอิงตาม item-based หรือแนะนำว่าผู้ใช้ที่มีคุณสมบัติ เช่น อายุ การศึกษา ใกล้เคียงกับผู้ใช้ซื้อหนังสือใดเพิ่มเติม อิงตาม user-based collaborative

วิธีการ collaborative นี้จะต้องมีการคำนวณหาความคล้ายคลึงกัน (Similarity measure) ระหว่างข้อมูลสินค้าหรือข้อมูลผู้ใช้งานตามที่ต้องการ วิธีการหาความคล้ายคลึงที่นิยมใช้ เช่น วิธีการหาสมาชิกที่ใกล้กันที่สุด K-NN (K-nearest neighbor) ด้วยวิธีการนี้นั้นจะพบว่า มีข้อจำกัดบางอย่างเช่นเดียวกัน เช่น หากสินค้าชนิดนั้นไม่มีผู้ใดเคยใช้เลย ก็เป็นการยากที่จะได้รับการแนะนำให้ผู้ซื้อ หลักการของเทคนิคการคัดกรองแบบร่วมมือ จะแสดงดังแผนภาพที่ 2.2



แผนภาพที่ 2.2: เทคนิคการคัดกรองแบบร่วมมือ

### 2.2.3 เทคนิคการผสมผสาน (Hybrid Filtering)

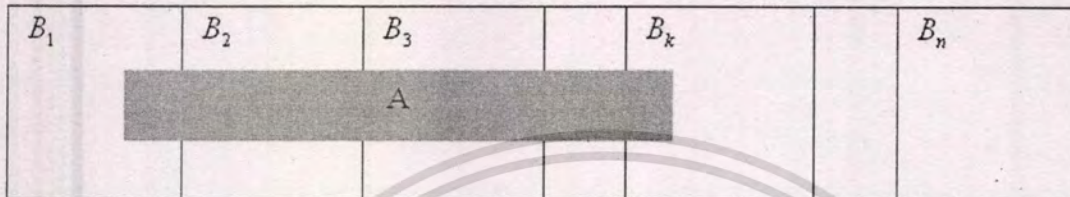
จากข้อจำกัดของวิธีการทั้งสองข้างต้น จึงมีความพยายามที่จะผสมผสานกันระหว่างสองวิธี เทคนิคการคัดกรองจากเนื้อหาและ เทคนิคการคัดกรองแบบร่วมมือ เทคนิคการผสมผสานจะมีด้วยกันหลายวิธี เช่น การถ่วงน้ำหนัก การสับเปลี่ยน [3]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3 ทฤษฎีของเบย์ (Bayes' theorem)

ทฤษฎีของเบย์ถูกพัฒนาขึ้นโดย Thomas Bayes [1] โดยใช้หลักการของความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไขมาพัฒนาเป็นทฤษฎีบทดังกล่าว โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ถ้าให้เอกภพสัมพัทธ์  $U$  ประกอบด้วยเหตุการณ์ที่ไม่สามารถเกิดขึ้นได้พร้อมกัน จำนวน  $k$  เหตุการณ์คือ  $B_1, B_2, B_3, \dots, B_k$  และให้  $A$  เป็นเหตุการณ์หนึ่งในปริภูมิตัวอย่างที่เกิดจากการทดลองเดียวกันนี้และต้องเป็นส่วนหนึ่งของ  $B_i$  ( $i = 1, 2, 3, \dots, k$ ) ดังแผนภาพที่ 2.3



แผนภาพที่ 2.3: เหตุการณ์  $A$  บนเหตุการณ์  $k$  เหตุการณ์ที่เกิดพร้อมกันไม่ได้ จะสามารถคำนวณความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไขของเหตุการณ์หนึ่งใน  $B_i$  เมื่อเหตุการณ์  $A$  เกิดขึ้นแล้วได้ดังสมการนี้

$$P(B_i|A) = \frac{P(B_i)P(A|B_i)}{\sum_{i=1}^k P(B_i)P(A|B_i)}$$

เมื่อความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไขสูตรดังนี้

$$P(A|B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)}$$

$P(A|B)$  คือ ค่าความน่าจะเป็นที่จะเกิดเหตุการณ์  $A$  เมื่อมีเหตุการณ์  $B$  เกิดขึ้นก่อนแล้ว

$P(A \cap B)$  คือ ค่าความน่าจะเป็นที่เหตุการณ์  $A$  และเหตุการณ์  $B$  เกิดขึ้นร่วมกัน

$P(B)$  คือ ค่าความน่าจะเป็นที่เหตุการณ์  $B$  เกิดขึ้น

มีการนำไปประยุกต์ใช้ในหลายด้าน เช่น การตรวจสอบว่าอีเมลดังกล่าวเป็นอีเมลสแปมหรือไม่ การแบ่งหัวข้อข่าวว่ามีลักษณะเป็นหัวข้อข่าวชนิดใด ตรวจสอบว่าข้อความเป็นข้อความเชิงบวกหรือลบ เป็นต้น ตัวอย่างที่ 1 ทำนายช่องทางที่เหมาะสมในการเรียกเก็บหนี้ ข้อมูลเบื้องต้นมีดังนี้ ช่องทางการเรียกเก็บหนี้ และค่าผลลัพธ์มี 2 ค่า คือ สำเร็จ (Yes) หรือ ไม่สำเร็จ (No) ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1: ข้อมูลการเรียกเก็บหนี้

| ช่องทาง    | ผลลัพธ์   |
|------------|-----------|
| เอสเอ็มเอส | สำเร็จ    |
| โทรศัพท์   | ไม่สำเร็จ |
| อีเมล      | สำเร็จ    |
| ใบแจ้งหนี้ | สำเร็จ    |
| เอสเอ็มเอส | ไม่สำเร็จ |
| พนักงาน    | ไม่สำเร็จ |
| อีเมล      | ไม่สำเร็จ |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

|            |           |
|------------|-----------|
| ใบแจ้งหนี้ | ไม่สำเร็จ |
|------------|-----------|

ตัวอย่างที่ 2 แนวคิดเมื่อนำมาปรับใช้กับเทคนิคการคัดกรองจากเนื้อหา ดังแสดงผลความถี่ในตารางที่ 2.2  
ตารางที่ 2.2: ตารางความถี่ข้อมูลการเรียกเก็บหนี้

|            | สำเร็จ | ไม่สำเร็จ |      |
|------------|--------|-----------|------|
| เอสเอ็มเอส | 1      |           | =1/8 |
| โทรศัพท์   |        | 1         | =1/8 |
| พนักงาน    |        | 1         | =1/8 |
| อีเมล      | 1      | 1         | =2/8 |
| ใบแจ้งหนี้ | 1      | 1         | =2/8 |
| ทั้งหมด    | 3      | 5         |      |
|            | =3/8   | =5/8      |      |

นำมาคำนวณตามทฤษฎีเบย์ได้ผลลัพธ์ดังข้อมูลข้างล่าง

$$P(\text{Yes}|\text{SMS}) = P(\text{SMS}|\text{Yes}) * P(\text{Yes})/P(\text{SMS}) = (1/8)*(3/8)/(1/8) = 0.125*0.375/0.125 = 0.375$$

$$P(\text{Yes}|\text{Phone}) = P(\text{Phone}|\text{Yes}) * P(\text{Yes})/P(\text{Phone}) = (0/8)*(3/8)/(1/8) = 0$$

$$P(\text{Yes}|\text{Field}) = P(\text{Field}|\text{Yes}) * P(\text{Yes})/P(\text{Field}) = (0/8)*(3/8)/(1/8) = 0$$

$$P(\text{Yes}|\text{E-mail}) = P(\text{E-mail}|\text{Yes}) * P(\text{Yes})/P(\text{E-mail}) = (1/8)*(3/8)/(2/8) = 0.125*0.375/0.25 = 0.1875$$

$$P(\text{Yes}|\text{Billing}) = P(\text{Billing}|\text{Yes}) * P(\text{Yes})/P(\text{Billing}) = (1/8)*(3/8)/(2/8) = 0.1875$$

จากนั้นนำมาจัดอันดับได้ตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3: จัดอันดับช่องทางการเรียกเก็บหนี้

|            | สำเร็จ | ไม่สำเร็จ | ค่าความน่าจะเป็นตามทฤษฎีเบย์ | อันดับ |
|------------|--------|-----------|------------------------------|--------|
| เอสเอ็มเอส | 1      |           | 0.375                        | 1      |
| โทรศัพท์   |        | 1         | 0                            | 3      |
| พนักงาน    |        | 1         | 0                            | 2      |
| อีเมล      | 1      | 1         | 0.1875                       | 2      |
| ใบแจ้งหนี้ | 1      | 1         | 0.1875                       | 2      |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3  
วิธีการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยขั้นนี้ได้เสนอแนวทางในการสร้างโมเดลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ช่องทางการติดต่อเรียกเก็บหนี้ที่เหมาะสม โดยเริ่มอธิบายจากข้อมูลดังแสดงในหัวข้อย่อย 3.1 ตามด้วยการหลักการทำงานของโมเดลนี้ ในหัวข้อย่อย 3.2 จากนั้นอธิบายตัวอย่างในหัวข้อย่อย 3.3

### 3.1 ข้อมูล

งานวิจัยขั้นนี้จะใช้ Naive Bayes สำหรับแบ่งกลุ่มลูกค้าว่าเหมาะสมที่จะดำเนินการติดต่อด้วยช่องทางใดข้อมูลและสถานการณ์ใช้งานข้อมูลเป็นดังนี้

ข้อมูลในการทดลองรวบรวมมาจากบริษัทเรียกเก็บหนี้ [6] เซตข้อมูลมีอยู่ประมาณ 41,189 กรณี ประกอบด้วยคุณลักษณะและผลลัพธ์ ตารางที่ 3.1 แสดงคุณลักษณะซึ่งมีรายละเอียดของลูกค้าหนี้และผลลัพธ์ของการเรียกเก็บ การทดลองรันโดยใช้ Python programming

ตารางที่ 3.1: ข้อมูลที่บรรจุจากบริษัทเรียกเก็บหนี้

| ลำดับ | ช่องทางติดต่อ  | อายุ      | อาชีพ         | สถานะ    | สินเชื่อส่วนบุคคล | ความสำเร็จ |
|-------|----------------|-----------|---------------|----------|-------------------|------------|
| 1     | โทรศัพท์       | $\geq 40$ | แม่บ้าน       | แต่งงาน  | ไม่มี             | สำเร็จ     |
| 2     | ใบแจ้งยอดบัญชี | $\geq 40$ | ว่างงาน       | หย่าร้าง | ไม่มี             | ไม่สำเร็จ  |
| 3     | โทรศัพท์       | $\geq 30$ | ธุรกิจส่วนตัว | แต่งงาน  | ไม่มี             | ไม่สำเร็จ  |
| 4     | ใบแจ้งยอดบัญชี | $< 30$    | นักเรียน      | โสด      | มี                | สำเร็จ     |
| 5     | จดหมาย         | $\geq 30$ | นักเรียน      | โสด      | ไม่มี             | ไม่สำเร็จ  |
| 6     | ใบแจ้งหนี้     | $\geq 40$ | ว่างงาน       | แต่งงาน  | ไม่มี             | สำเร็จ     |
| 7     | โทรศัพท์       | $< 30$    | ธุรกิจส่วนตัว | หย่าร้าง | มี                | สำเร็จ     |
| 8     | ใบแจ้งหนี้     | $\geq 40$ | ว่างงาน       | หย่าร้าง | ไม่มี             | ไม่สำเร็จ  |
| 9     | จดหมาย         | $\geq 30$ | แม่บ้าน       | แต่งงาน  | มี                | ไม่สำเร็จ  |
| 10    | ใบแจ้งหนี้     | $< 30$    | นักเรียน      | แต่งงาน  | มี                | ไม่สำเร็จ  |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซตข้อมูลในตารางที่ 3.1 หนึ่งในคุณลักษณะที่สำคัญในตารางด้านบนคือ ช่องทางการเรียกเก็บหนี้ การเรียกเก็บหนี้มี 7 แบบ เช่น ใบแจ้งยอด ใบเรียกเก็บหนี้ จดหมาย เบอร์โทรศัพท์ เอสเอ็มเอส อีเมล และ พนักงาน นอกจากนี้ยังมีคุณลักษณะอื่นที่นำมาร่วมพิจารณา เช่น อายุ อาชีพ สถานะสมรส

1. อายุแบ่งออกเป็น 3 หมวด คือ น้อยกว่า 30 ไม่เกินสามสิบ และไม่เกินสี่สิบ
2. อาชีพมีทั้งหมด 12 แบบ ได้แก่ ผู้บริหาร ผู้ประกอบการ แม่บ้าน เกษียณอายุ คนงาน ธุรกิจส่วนตัว ผู้จัดการ บริการ นักเรียน นักเทคนิค ว่างาน และไม่ระบุ
3. สถานะสมรสมี 4 แบบ คือ แต่งงาน โสด หย่าร้าง และไม่ระบุ
4. ผู้กู้ยืม อาจจะมีสินเชื่อบุคคลหรือไม่มี และไม่ระบุ
5. สุดท้าย คือ ผลลัพธ์ของการเรียกเก็บ สำเร็จและไม่สำเร็จ

### 3.2 สถานการณ์

สมมติว่าธนาคาร “A” ต้องการเรียกเก็บหนี้จากลูกหนี้ จากประสบการณ์ของเจ้าหน้าที่พบว่าลูกค้าบางคนไม่มีความสุขกับช่องทางการติดต่อของธนาคาร ดังนั้นงานวิจัยชิ้นนี้จึงนำเอาทฤษฎีเบย์มาใช้เพื่อแก้ปัญหา

ตารางที่ 3.1 ผลลัพธ์ของอัลกอริธึมจะพบว่ามีสองแบบคือ สำเร็จกับไม่สำเร็จ สมมติว่าลูกค้า X เป็นนักเรียน สถานะโสด อายุน้อยกว่า 30 ปี ไม่มีสินเชื่อบุคคล และเขาชื่นชอบที่จะให้ติดต่อผ่านโทรศัพท์ ดังนั้นคุณลักษณะของ X มีดังนี้ อายุ = “<30”, อาชีพ = “นักเรียน”, สถานะสมรส = “โสด”, สินเชื่อบุคคล “ไม่มี”, ช่องทางการติดต่อ = “โทรศัพท์” จากนั้น ความน่าจะเป็นจะคำนวณผ่านอัลกอริธึมเบย์ดังนี้

$$P(y = \text{“สำเร็จ”}) = 5/10$$

$$P(y = \text{“ไม่สำเร็จ”}) = 5/10$$

$$P(\text{อายุ} = \text{“<30”} \mid y = \text{“สำเร็จ”}) = 2/5 = 0.4$$

$$P(\text{อายุ} = \text{“<30”} \mid y = \text{“ไม่สำเร็จ”}) = 1/5 = 0.2$$

$$P(\text{อาชีพ} = \text{“นักเรียน”} \mid y = \text{“สำเร็จ”}) = 1/5 = 0.2$$

$$P(\text{อาชีพ} = \text{“นักเรียน”} \mid y = \text{“ไม่สำเร็จ”}) = 2/5 = 0.4$$

$$P(\text{สถานะสมรส} = \text{“โสด”} \mid y = \text{“สำเร็จ”}) = 1/5 = 0.2$$

$$P(\text{สถานะสมรส} = \text{“โสด”} \mid y = \text{“ไม่สำเร็จ”}) = 1/5 = 0.2$$

$$P(\text{สินเชื่อบุคคล} = \text{“ไม่มี”} \mid y = \text{“สำเร็จ”}) = 2/5 = 0.4$$

$$P(\text{สินเชื่อบุคคล} = \text{“ไม่มี”} \mid y = \text{“ไม่สำเร็จ”}) = 4/5 = 0.8$$

$$P(\text{ช่องทางติดต่อ} = \text{“โทรศัพท์”} \mid y = \text{“สำเร็จ”}) = 2/5 = 0.4$$

$$P(\text{ช่องทางติดต่อ} = \text{“โทรศัพท์”} \mid y = \text{“ไม่สำเร็จ”}) = 1/5 = 0.2$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$P(X|y = \text{“สำเร็จ”}) = 2/5 * 1/5 * 1/5 * 2/5 * 2/5 = 0.000256$$

$$P(X|y = \text{“ไม่สำเร็จ”}) = 1/5 * 2/5 * 1/5 * 4/5 * 1/5 = 0.00128$$

$$P(X|y = \text{“สำเร็จ”}) P(y = \text{“สำเร็จ”}) = 5/10 * 0.000256 = 0.000128$$

$$P(X|y = \text{“ไม่สำเร็จ”}) P(y = \text{“ไม่สำเร็จ”}) = 5/10 * 0.00128 = 0.00064$$

ลูกค้า X ไม่ควรได้รับการติดต่อผ่านทางโทรศัพท์เพราะว่า ความน่าจะเป็น ( $y = \text{“ไม่สำเร็จ”}$ ) มีค่ามากกว่า ความน่าจะเป็น ( $y = \text{“สำเร็จ”}$ )

### 3.3 โปรแกรมการเรียกเก็บหนี้

โปรแกรมการเรียกเก็บหนี้พัฒนาโดยใช้ภาษาไพธอน แบ่งการทำงานออกเป็นสองส่วน โดยระบบการเรียกเก็บหนี้ได้ทำการ *train* และทำการ *test* ในการ *train* มีการเลือกเพิ่มข้อมูลนามสกุล .csv กดปุ่ม *train model* และได้ผลลัพธ์ *accuracy* ต่าง ๆ ดังแผนภาพที่ 3.1

The screenshot shows a web application window titled "Bank Bill Prediction". It has two tabs: "Predict" and "Train", with "Train" selected. The interface includes a "Select training set file (.csv)" field with a "Browse" button and a "Train Model" button. Below this, there are two sections for model performance metrics:

**Naive Bayes Description**

|          |          |    |           |     |      |        |          |
|----------|----------|----|-----------|-----|------|--------|----------|
| TP       | 0        | FP | 0         | FN  | 3743 | TN     | 29208    |
| Accuracy | 0.886407 |    | Precision | nan |      | Recall | 0.000000 |

There is a "Download Naive Bayes Model" button below these metrics.

**Decision Tree Description**

|          |          |    |           |          |      |        |          |
|----------|----------|----|-----------|----------|------|--------|----------|
| TP       | 67       | FP | 396       | FN       | 3676 | TN     | 28812    |
| Accuracy | 0.876423 |    | Precision | 0.144708 |      | Recall | 0.017900 |

There is a "Download Decision Tree Model" button below these metrics.

แผนภาพที่ 3.1: โปรแกรมระบบการเรียกเก็บหนี้ในส่วนของการ *train*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนของการ *test* หรือ *predict* มีการเลือกเพิ่มข้อมูลนามสกุล *.kpl* ที่ได้จากการ *train* กดปุ่ม *predict and recommend* และได้ผลลัพธ์เป็น *yes* หรือ *no* ของแต่ละช่องทางที่ติดต่อ ดังแผนภาพที่ 3.2

แผนภาพที่ 3.2: โปรแกรมระบบการเรียกเก็บหนี้ในส่วนของการ *test* หรือ *predict*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4 การประเมินผล

### 4.1 ผลการทดลองและการวิเคราะห์

ในบทนี้ จะทำการนำเสนอประสิทธิภาพของอัลกอริทึม เพื่อแสดงประสิทธิภาพของวิธีการที่นำเสนอ อัลกอริทึมนี้จะทำการประเมินประสิทธิภาพผ่านเทคนิค cross-validation เทคนิคนี้เป็นหนึ่งในเทคนิคที่ได้รับความนิยมในการทำนายความถูกต้องของโมเดลผ่านการปรับจูนพารามิเตอร์ต่างๆ[7] ในเบื้องต้นข้อมูลจะแบ่งออกเป็นสองกลุ่ม กลุ่มที่หนึ่งใช้ในการเรียนรู้เพื่อให้โมเดลปรับจูนน้ำหนักของพารามิเตอร์ต่างๆที่อยู่ในโมเดล ขณะที่อีกกลุ่มใช้ทดสอบโมเดลดังกล่าวเพื่อดูความถูกต้อง

วัตถุประสงค์ของอัลกอริทึมนี้เพื่อทำนายว่าช่องทางการเรียกเก็บหนี้ที่ระบุจะทำให้การเรียกเก็บประสบความสำเร็จหรือไม่ โดยใช้คุณลักษณะที่สำคัญๆ 5 ชนิดดังนี้ อายุ อาชีพ สถานการณ์สมรส สินเชื่อส่วนบุคคล และช่องทางการติดต่อ ตาราง confusion matrix ของเทคนิค cross validation แสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1: Confusion Matrix

| ทำนาย\ค่าจริง | ไม่สำเร็จ | สำเร็จ |
|---------------|-----------|--------|
| ไม่สำเร็จ     | 26400     | 1484   |
| สำเร็จ        | 2833      | 2228   |

อัตรา accuracy sensitivity และ specificity ของอัลกอริทึม คำนวณได้ดังนี้

$$Accuracy = \frac{(TP + TN)}{(TP + TN + FP + FN)} = 0.8688,$$

เมื่อ TP คือ จำนวนของการทำนายว่าสำเร็จและสำเร็จจริง (True Positive)

TN คือ จำนวนของการทำนายว่าไม่สำเร็จและไม่สำเร็จจริง (True Negative)

FP คือ จำนวนของการทำนายว่าสำเร็จแต่จริงจริงไม่สำเร็จ (False Positive)

FN คือ จำนวนของการทำนายว่าไม่สำเร็จแต่จริงจริงสำเร็จ (False Negative)

Sensitivity คือ สัดส่วนของ true positive

ขณะที่ specificity คือ สัดส่วนของ true negative

ในอัลกอริทึมนี้ sensitivity มีค่าเท่ากับ 90.29% และ specific มีค่าเท่ากับ 60.02% การคำนวณแสดงดังสูตรข้างล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{Sensitivity} = \frac{(TP)}{(TP + FN)} = 0.9029$$

$$\text{Specificity} = \frac{(TN)}{(TN + FP)} = 0.6002$$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### สรุปผล

โมเดลนี้ใช้ในการทำนายประสิทธิภาพของช่องทางการติดต่อที่ใช้ในกระบวนการเรียกเก็บหนี้ โมเดลนี้ทำงานอยู่บนพื้นฐานขอทฤษฎีเบย์ และนำมาทดสอบประสิทธิภาพผ่านทรานเซกชันของธนาคารที่ให้บริการลูกค้า ผลของโมเดลจะช่วยให้ การเรียกเก็บหนี้เลือกช่องทางที่เหมาะสมอันจะนำไปสู่การชำระหนี้ของลูกค้า ประสิทธิภาพของโมเดลจะดำเนินการโดยใช้การทำซิมูเลชัน ผลของการทดสอบพบว่ามีความถูกต้อง ดังนี้ อัตราของ accuracy คือ ขณะที่อัตราความถูกต้องของ sensitivity และ specificity คือ ตามลำดับ โมเดลนี้ใช้คุณลักษณะเพียงห้าลักษณะเท่านั้นในอนาคตอาจจะทำการเพิ่มเติมคุณลักษณะขึ้นได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 6

### ผลลัพธ์และประโยชน์ที่ได้จากงานวิจัย

#### 6.1 ผลที่ได้จากงานวิจัย

สร้างโมเดลระบบให้คำแนะนำสำหรับการเรียกเก็บหนี้ของธนาคารพาณิชย์

#### 6.2 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย

ในเชิงพาณิชย์ สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดเป็นซอฟต์แวร์ที่ช่วยให้คำแนะนำในการเลือกช่องทางการติดต่อกับลูกค้าในการเรียกเก็บหนี้

ในเชิงวิชาการ นำเอาเอาไอพีเบย์มาพัฒนากับการให้คำแนะนำการเลือกช่องทางติดต่อ

#### 6.3 การนำไปใช้ประโยชน์

1. ด้านการพัฒนาเทคโนโลยี: โมเดลระบบให้คำแนะนำสำหรับการเรียกเก็บหนี้ของธนาคารพาณิชย์

2. ด้านการเรียนการสอน: ผลการวิจัยสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการทำวิจัยระดับปริญญาตรีโท และเอกได้

3. ด้านมหาวิทยาลัย: งานวิจัยนี้ช่วยให้บริษัทต่าง ๆ ในภาคอุตสาหกรรมธนาคารรู้จักมหาวิทยาลัยมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ งานวิจัยนี้ยังสามารถนำไปใช้ในการวัดประสิทธิผลและคุณภาพของมหาวิทยาลัย เมื่อมีการประเมินจากหน่วยงานภายนอกด้วย

4. ด้านการเผยแพร่ในวารสาร: ผลงานวิจัยนี้ สามารถตีพิมพ์ในงานประชุมวิชาการระดับนานาชาติ (International Conferences)

5. ด้านสังคม: งานวิจัยนี้ช่วยสร้างความสัมพันธ์อันดีระหว่างมหาวิทยาลัยและองค์กรด้านการธนาคาร โดยบริษัทสามารถพิจารณานำผลงานวิจัยนี้ไปใช้ในการปฏิบัติงานจริงได้ เพื่อวางนโยบาย และแผนงานการเรียกเก็บหนี้

#### 6.4 ผลกระทบมูลค่าทางเศรษฐกิจ

หากโครงการนี้สำเร็จจะมีส่วนช่วยให้ผู้ที่เกี่ยวข้องมีความเข้าใจถึงช่องทางที่เหมาะสมในการเรียกเก็บหนี้ อันจะนำไปสู่การวางนโยบาย และแผนในการดำเนินงานของธุรกิจการเรียกเก็บหนี้ได้อย่างถูกต้องเหมาะสมต่อไป

#### 6.5 แนวทางการพัฒนาต่อยอดผลงานในอนาคต

จัดทำซอฟต์แวร์โมเดลระบบให้คำแนะนำสำหรับการเรียกเก็บหนี้ของธนาคารพาณิชย์ มีประสิทธิภาพ

#### 6.6 ผลการต่อยอดโครงการ

ผู้วางนโยบาย ระบบการเรียกเก็บหนี้ต่างๆ

## เอกสารอ้างอิง

- [1] Bowman, M., Debray, S. K., and Peterson, L. L. 1993. Reasoning about naming systems. *ACM Trans. Program. Lang. Syst.* 15, 5 (Nov. 1993), 795-825. DOI=<http://doi.acm.org/10.1145/161468.16147>.
- [2] Ding, W. and Marchionini, G. 1997. *A Study on Video Browsing Strategies*. Technical Report. University of Maryland at College Park.
- [3] Wikipedia. 2018. Debt collection. Retrieved from [https://en.wikipedia.org/wiki/Debt\\_collection#cite\\_note-2](https://en.wikipedia.org/wiki/Debt_collection#cite_note-2)
- [4] Scikit learn. 2018. Naive Bayes. Retrieved from [https://scikit-learn.org/stable/modules/naive\\_bayes.html](https://scikit-learn.org/stable/modules/naive_bayes.html)
- [5] H. Zhang. 2004. "The optimality of Naive Bayes". Proceedings of the Seventeenth International Florida Artificial Intelligence Research Society Conference (FLAIRS 2004).
- [6] Sérgio Moroa Paulo Cortezb Paulo Ritaa. A data-driven approach to predict the success of bank telemarketing. *Decision Support System*. Volume 62, pp. 22-31, 2014.
- [7] Dubitzky, Werner, Granzow, Martin, Berrar, Daniel P. (Eds.) (2007). *Fundamentals of Data Mining in Genomics and Proteomics*, Editors: Systems Biology and Bioinformatics, 2007
- [8] Bayes, Thomas & Price, Richard, "An Essay towards solving a Problem in the Doctrine of Chance. By the late Rev. Mr. Bayes, communicated by Mr. Price, in a letter to John Canton, A. M. F. R. S.", *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, Vol. 53, pp. 370-418, 1763.
- [9] Martin Del Vecchio, Shu Jin, Alana Mistretta, Hayden Rolando, and Hope Tuck, "Designing a Search Mechanism for Debt Collection", *Proceedings of the 2006 Systems and Information Engineering Design Symposium* Michael D. DeVore, ed., 2006.
- [10] Naoki Abe and Prem Melville and Cezar Pendus and An K. Reddy and David L. Jensen and Vince P. Thomas and James J. Bennett and Gary F. Anderson and Brent R. Cooley and Melissa Kowalczyk and Mark Domick and Timothy Gardinier, "Optimizing debt collections using constrained reinforcement learning", In *Proceedings of the International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*, 2010.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MainProgram.py

```

import pandas as pd
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.naive_bayes import GaussianNB
from sklearn.pipeline import make_pipeline
from sklearn.feature_extraction.text import TfidfVectorizer
from sklearn import preprocessing, tree
from sklearn.metrics import confusion_matrix, accuracy_score
import random
import numpy

contact_list = ['statement', 'telephone', 'letter', 'invoice', 'mail', 'staff']

class MainProgram():
    def read_dataset(self, filepath):
        dataset = pd.read_csv(filepath, sep=',')
        print(dataset)
        return pd.DataFrame(data=dataset)

    def pre_process(self, df):
        # Preprocess: Label encoding

        if 'education' in df.columns: del df['education']
        if 'default' in df.columns: del df['default']
        if 'housing' in df.columns: del df['housing']
        if 'month' in df.columns: del df['month']
        if 'day_of_week' in df.columns: del df['day_of_week']
        if 'duration' in df.columns: del df['duration']
        if 'campaign' in df.columns: del df['campaign']
        if 'pdays' in df.columns: del df['pdays']
        if 'previous' in df.columns: del df['previous']
        if 'poutcome' in df.columns: del df['poutcome']
        if 'emp.var.rate' in df.columns: del df['emp.var.rate']
        if 'cons.price.idx' in df.columns: del df['cons.price.idx']
        if 'cons.conf.idx' in df.columns: del df['cons.conf.idx']

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

if 'euribor3m' in df.columns: del df['euribor3m']
if 'nr.employed' in df.columns: del df['nr.employed']

# age
df.age = df.age.astype(int)
df.loc[df.age < 30, 'age'] = 0
df.loc[(df.age >= 30) & (df.age < 40), 'age'] = 1
df.loc[df.age >= 40, 'age'] = 2

# job
df['job'].replace(to_replace='admin.', value='0', inplace=True)
df['job'].replace(to_replace='blue-collar', value='1', inplace=True)
df['job'].replace(to_replace='entrepreneur', value='2', inplace=True)
df['job'].replace(to_replace='housemaid', value='3', inplace=True)
df['job'].replace(to_replace='management', value='4', inplace=True)
df['job'].replace(to_replace='retired', value='5', inplace=True)
df['job'].replace(to_replace='self-employed', value='6', inplace=True)
df['job'].replace(to_replace='services', value='7', inplace=True)
df['job'].replace(to_replace='student', value='8', inplace=True)
df['job'].replace(to_replace='technician', value='9', inplace=True)
df['job'].replace(to_replace='unemployed', value='10', inplace=True)
df['job'].replace(to_replace='unknown', value='11', inplace=True)

# marital
df['marital'].replace(to_replace='divorced', value='0', inplace=True)
df['marital'].replace(to_replace='married', value='1', inplace=True)
df['marital'].replace(to_replace='single', value='2', inplace=True)
df['marital'].replace(to_replace='unknown', value='3', inplace=True)

# loan
df['loan'].replace(to_replace='no', value='0', inplace=True)
df['loan'].replace(to_replace='unknown', value='1', inplace=True)
df['loan'].replace(to_replace='yes', value='2', inplace=True)

# Generate new element in 'contact' label

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

encoded_contact_list = [0, 1, 2, 3, 4, 5]
new_contact_column = []
df_length = len(df)

for i in range(df_length):
    new_contact_column.append(random.choice(encoded_contact_list))

df['contact'] = new_contact_column

print(df)

return df

def separate(self, df):
    # Separate into x (feature) and y (label)
    x = df.iloc[:, :-1].values
    y = df.iloc[:, df.shape[1]-1].values
    return (x, y)

def split(self, x, y, ratio):
    # Split into Training set and Test set (8 : 2)
    x_train, x_test, y_train, y_test = train_test_split(x, y, test_size=ratio, random_state=0)
    return (x_train, x_test, y_train, y_test)

def train_nb_model(self, x_train, y_train):
    # Train naive bayes model
    model = GaussianNB()
    nbModel = model.fit(x_train, y_train)
    return nbModel

def train_d3_model(self, x_train, y_train):
    # Train decision tree model
    model = tree.DecisionTreeClassifier()
    d3Model = model.fit(x_train, y_train)
    return d3Model

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

def predict(self, model, data):
    # Predict using model
    return model.predict(data)

def build_confusion_matrix(self, trueData, predData):
    # Build confusion matrix
    tn, fp, fn, tp = confusion_matrix(trueData, predData).ravel()
    return (tn, fp, fn, tp)

def get_accuracy(self, trueData, predData):
    # Evaluate an accuracy of prediction
    return accuracy_score(trueData, predData)

def predict_best_contact(self, model, df):
    global contact_list
    recommend_contact = []

    for encoded_feature in range(len(contact_list)):
        df['contact'] = encoded_feature
        prob = model.predict(df)
        recommend_contact.append(prob[0])

    """"
    for i in range(df_length):
        if prob[i] > temp_prob[i]:
            temp_prob[i] = prob[i]
            recommend_contact[i] = encoded_feature

    """"

    """"
    for i in range(len(recommend_contact)):
        recommend_contact[i] = contact_list[recommend_contact[i]]

    """"

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        return recommend_contact
Clientinterface
import sys
import MainProgram as main
from PyQt5.QtWidgets import *
from PyQt5.QtGui import *
from PyQt5.QtCore import pyqtSlot
from sklearn.externals import joblib
import pandas as pd

```

```

class App(QMainWindow):
    def __init__(self):
        super().__init__()

        self.title = 'Bank Bill Prediction'
        self.left = 0
        self.top = 0
        self.width = 600
        self.height = 400
        self.setWindowTitle(self.title)
        self.setGeometry(self.left, self.top, self.width, self.height)

        self.table_widget = MyTableWidget(self)
        self.setCentralWidget(self.table_widget)

        self.show()

```

```

class MyTableWidget(QWidget):
    def __init__(self, parent):
        super(QWidget, self).__init__(parent)
        self.layout = QVBoxLayout(self)
        self.application = Application()

        # Initialize tab screen
        self.tabs = QTabWidget()

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

self.tab1 = QWidget()
self.tab2 = QWidget()
self.tabs.resize(300, 200)

# Add tabs
self.tabs.addTab(self.tab1, "Predict")
self.tabs.addTab(self.tab2, "Train")

self.create_first_tab_widgets()
self.create_second_tab_widgets()

# Add tabs to widget
self.layout.addWidget(self.tabs)
self.setLayout(self.layout)

def create_first_tab_widgets(self):
    self.tab1.col = QVBoxLayout(self)

    # Select model
    self.tab1.row = QHBoxLayout(self)

    self.label_select_model = QLabel("Select model file")
    self.button_model_browse = QPushButton("Browse")
    self.button_model_browse.clicked.connect(lambda:self.load_model())
    self.tab1.row.addWidget(self.label_select_model)
    self.tab1.row.addWidget(self.button_model_browse)

    self.tab1.row_widget1 = QWidget()
    self.tab1.row_widget1.setLayout(self.tab1.row)
    self.tab1.col.addWidget(self.tab1.row_widget1)

    # Enter customer information
    self.tab1.row = QHBoxLayout(self)
    self.label_enter_info = QLabel("Enter customer information")
    self.tab1.row.addWidget(self.label_enter_info)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

self.tab1.row_widget = QWidget()
self.tab1.row_widget.setLayout(self.tab1.row)
self.tab1.col.addWidget(self.tab1.row_widget)

# 1st row customer information : age, job, marital
self.tab1.row = QHBoxLayout(self)

self.label_age = QLabel("Age")
self.tab1.row.addWidget(self.label_age)
self.field_age = QLineEdit()
self.tab1.row.addWidget(self.field_age)

self.label_job = QLabel("Job")
self.tab1.row.addWidget(self.label_job)
self.combo_job = QComboBox()
self.combo_job.addItem("admin.",
                        "blue-collar",
                        "entrepreneur",
                        "housemaid",
                        "management",
                        "retired",
                        "self-employed",
                        "services",
                        "student",
                        "technician",
                        "unemployed",
                        "unknown"])
self.tab1.row.addWidget(self.combo_job)

self.tab1.row_widget = QWidget()
self.tab1.row_widget.setLayout(self.tab1.row)
self.tab1.col.addWidget(self.tab1.row_widget)

# 3rd row customer information : loan, month, day_of_week
self.tab1.row = QHBoxLayout(self)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

self.label_marital = QLabel("Marital")
self.tab1.row.addWidget(self.label_marital)
self.combo_marital = QComboBox()
self.combo_marital.addItems(["divorced",
                              "married",
                              "single",
                              "unknown"])
self.tab1.row.addWidget(self.combo_marital)

self.label_loan = QLabel("Loan")
self.tab1.row.addWidget(self.label_loan)
self.combo_loan = QComboBox()
self.combo_loan.addItems(["no",
                          "unknown",
                          "yes"])
self.tab1.row.addWidget(self.combo_loan)

self.tab1.row_widget = QWidget()
self.tab1.row_widget.setLayout(self.tab1.row)
self.tab1.col.addWidget(self.tab1.row_widget)

# Predict
self.tab1.row = QHBoxLayout(self)

self.button_predict = QPushButton("Predict and Recommend")
self.button_predict.setEnabled(False)
self.button_predict.clicked.connect(lambda:self.predict_and_recommend())
self.tab1.row.addStretch()
self.tab1.row.addWidget(self.button_predict)
self.tab1.row.addStretch()

self.tab1.row_widget = QWidget()
self.tab1.row_widget.setLayout(self.tab1.row)
self.tab1.col.addWidget(self.tab1.row_widget)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

# Prediction result
self.tab1.row = QHBoxLayout(self)

self.label_statement = QLabel("Statement")
self.tab1.row.addWidget(self.label_statement)
self.field_statement = QLineEdit()
self.field_statement.setReadOnly(True)
self.tab1.row.addWidget(self.field_statement)

self.label_telephone = QLabel("Telephone")
self.tab1.row.addWidget(self.label_telephone)
self.field_telephone = QLineEdit()
self.field_telephone.setReadOnly(True)
self.tab1.row.addWidget(self.field_telephone)

self.label_letter = QLabel("Letter")
self.tab1.row.addWidget(self.label_letter)
self.field_letter = QLineEdit()
self.field_letter.setReadOnly(True)
self.tab1.row.addWidget(self.field_letter)

self.label_invoice = QLabel("Invoice")
self.tab1.row.addWidget(self.label_invoice)
self.field_invoice = QLineEdit()
self.field_invoice.setReadOnly(True)
self.tab1.row.addWidget(self.field_invoice)

self.label_mail = QLabel("Mail")
self.tab1.row.addWidget(self.label_mail)
self.field_mail = QLineEdit()
self.field_mail.setReadOnly(True)
self.tab1.row.addWidget(self.field_mail)

self.label_staff = QLabel("Staff")

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

self.tab1.row.addWidget(self.label_staff)
self.field_staff = QLineEdit()
self.field_staff.setReadOnly(True)
self.tab1.row.addWidget(self.field_staff)

self.tab1.row_widget = QWidget()
self.tab1.row_widget.setLayout(self.tab1.row)
self.tab1.col.addWidget(self.tab1.row_widget)

# Set vertical layout
self.tab1.setLayout(self.tab1.col)

def create_second_tab_widgets(self):
    self.tab2.col = QVBoxLayout(self)

    # Select model
    self.tab2.row = QHBoxLayout(self)

    self.label_select_training_set = QLabel("Select training set file (.csv)")
    self.button_training_set_browse = QPushButton("Browse")
    self.button_training_set_browse.clicked.connect(lambda:self.import_training_data())
    self.tab2.row.addWidget(self.label_select_training_set)
    self.tab2.row.addWidget(self.button_training_set_browse)

    self.tab2.row_widget = QWidget()
    self.tab2.row_widget.setLayout(self.tab2.row)
    self.tab2.col.addWidget(self.tab2.row_widget)

# Train
self.tab2.row = QHBoxLayout(self)

self.button_train_model = QPushButton("Train Model")
self.button_train_model.setEnabled(False)
self.button_train_model.clicked.connect(lambda:self.train_model())
self.tab2.row.addStretch()

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

self.tab2.row.addWidget(self.button_train_model)
self.tab2.row.addStretch()

self.tab2.row_widget = QWidget()
self.tab2.row_widget.setLayout(self.tab2.row)
self.tab2.col.addWidget(self.tab2.row_widget)

# Naive Bayes Info
self.tab2.row = QHBoxLayout(self)

self.label_bayes_title = QLabel("Naive Bayes Description")
self.tab2.row.addWidget(self.label_bayes_title)

self.tab2.row_widget = QWidget()
self.tab2.row_widget.setLayout(self.tab2.row)
self.tab2.col.addWidget(self.tab2.row_widget)

# Naive Bayes Confusion Table
self.tab2.row = QHBoxLayout(self)

self.label_bayes_tp = QLabel("TP")
self.tab2.row.addWidget(self.label_bayes_tp)
self.field_bayes_tp = QLineEdit()
self.field_bayes_tp.setReadOnly(True)
self.tab2.row.addWidget(self.field_bayes_tp)

self.label_bayes_fp = QLabel("FP")
self.tab2.row.addWidget(self.label_bayes_fp)
self.field_bayes_fp = QLineEdit()
self.field_bayes_fp.setReadOnly(True)
self.tab2.row.addWidget(self.field_bayes_fp)

self.label_bayes_fn = QLabel("FN")
self.tab2.row.addWidget(self.label_bayes_fn)
self.field_bayes_fn = QLineEdit()

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

self.field_bayes_fn.setReadOnly(True)
self.tab2.row.addWidget(self.field_bayes_fn)

self.label_bayes_tn = QLabel("TN")
self.tab2.row.addWidget(self.label_bayes_tn)
self.field_bayes_tn = QLineEdit()
self.field_bayes_tn.setReadOnly(True)
self.tab2.row.addWidget(self.field_bayes_tn)

self.tab2.row_widget = QWidget()
self.tab2.row_widget.setLayout(self.tab2.row)
self.tab2.col.addWidget(self.tab2.row_widget)

# Naive Bayes Table
self.tab2.row = QHBoxLayout(self)

self.label_bayes_accuracy = QLabel("Accuracy")
self.tab2.row.addWidget(self.label_bayes_accuracy)
self.field_bayes_accuracy = QLineEdit()
self.field_bayes_accuracy.setReadOnly(True)
self.tab2.row.addWidget(self.field_bayes_accuracy)

self.label_bayes_precision = QLabel("Precision")
self.tab2.row.addWidget(self.label_bayes_precision)
self.field_bayes_precision = QLineEdit()
self.field_bayes_precision.setReadOnly(True)
self.tab2.row.addWidget(self.field_bayes_precision)

self.label_bayes_recall = QLabel("Recall")
self.tab2.row.addWidget(self.label_bayes_recall)
self.field_bayes_recall = QLineEdit()
self.field_bayes_recall.setReadOnly(True)
self.tab2.row.addWidget(self.field_bayes_recall)

self.tab2.row_widget = QWidget()

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

self.tab2.row_widget.setLayout(self.tab2.row)
self.tab2.col.addWidget(self.tab2.row_widget)

# Download NB model
self.tab2.row = QHBoxLayout(self)

self.tab2.row.addStretch()
self.button_train_bayes = QPushButton("Download Naive Bayes Model")
self.button_train_bayes.setEnabled(False)
self.button_train_bayes.clicked.connect(lambda:self.download_bayes_model())
self.tab2.row.addWidget(self.button_train_bayes)

self.tab2.row_widget = QWidget()
self.tab2.row_widget.setLayout(self.tab2.row)
self.tab2.col.addWidget(self.tab2.row_widget)

# D3 Info
self.tab2.row = QHBoxLayout(self)

self.label_d3_title = QLabel("Decision Tree Description")
self.tab2.row.addWidget(self.label_d3_title)

self.tab2.row_widget = QWidget()
self.tab2.row_widget.setLayout(self.tab2.row)
self.tab2.col.addWidget(self.tab2.row_widget)

# D3 Confusion Table
self.tab2.row = QHBoxLayout(self)

self.label_d3_tp = QLabel("TP")
self.tab2.row.addWidget(self.label_d3_tp)
self.field_d3_tp = QLineEdit()
self.field_d3_tp.setReadOnly(True)
self.tab2.row.addWidget(self.field_d3_tp)

```

```

self.label_d3_fp = QLabel("FP")
self.tab2.row.addWidget(self.label_d3_fp)
self.field_d3_fp = QLineEdit()
self.field_d3_fp.setReadOnly(True)
self.tab2.row.addWidget(self.field_d3_fp)

self.label_d3_fn = QLabel("FN")
self.tab2.row.addWidget(self.label_d3_fn)
self.field_d3_fn = QLineEdit()
self.field_d3_fn.setReadOnly(True)
self.tab2.row.addWidget(self.field_d3_fn)

self.label_d3_tn = QLabel("TN")
self.tab2.row.addWidget(self.label_d3_tn)
self.field_d3_tn = QLineEdit()
self.field_d3_tn.setReadOnly(True)
self.tab2.row.addWidget(self.field_d3_tn)

self.tab2.row_widget = QWidget()
self.tab2.row_widget.setLayout(self.tab2.row)
self.tab2.col.addWidget(self.tab2.row_widget)

# D3 Table
self.tab2.row = QHBoxLayout(self)

self.label_d3_accuracy = QLabel("Accuracy")
self.tab2.row.addWidget(self.label_d3_accuracy)
self.field_d3_accuracy = QLineEdit()
self.field_d3_accuracy.setReadOnly(True)
self.tab2.row.addWidget(self.field_d3_accuracy)

self.label_d3_precision = QLabel("Precision")
self.tab2.row.addWidget(self.label_d3_precision)
self.field_d3_precision = QLineEdit()
self.field_d3_precision.setReadOnly(True)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

self.tab2.row.addWidget(self.field_d3_precision)

self.label_d3_recall = QLabel("Recall")
self.tab2.row.addWidget(self.label_d3_recall)
self.field_d3_recall = QLineEdit()
self.field_d3_recall.setReadOnly(True)
self.tab2.row.addWidget(self.field_d3_recall)

self.tab2.row_widget = QWidget()
self.tab2.row_widget.setLayout(self.tab2.row)
self.tab2.col.addWidget(self.tab2.row_widget)

# Download D3 Model
self.tab2.row = QHBoxLayout(self)

self.tab2.row.addStretch()
self.button_train_d3 = QPushButton("Download Decision Tree Model")
self.button_train_d3.setEnabled(False)
self.button_train_d3.clicked.connect(lambda:self.download_d3_model())
self.tab2.row.addWidget(self.button_train_d3)

self.tab2.row_widget = QWidget()
self.tab2.row_widget.setLayout(self.tab2.row)
self.tab2.col.addWidget(self.tab2.row_widget)

# Set vertical column
self.tab2.setLayout(self.tab2.col)

def download_bayes_model(self):
    path = QFileDialog.getSaveFileName(self, 'Save File')
    joblib.dump(self.application.d3Model, path[0] + "_bayes.pkl")

def download_d3_model(self):
    path = QFileDialog.getSaveFileName(self, 'Save File')
    joblib.dump(self.application.d3Model, path[0] + "_d3.pkl")

```

```

def load_model(self):
    path = QFileDialog.getOpenFileName(self, 'Open File', "", 'PKL files (*.pkl)')
    self.application.model = joblib.load(path[0])
    self.button_predict.setEnabled(True)

def import_training_data(self):
    path = QFileDialog.getOpenFileName(self, 'Open File', "", 'CSV files (*.csv);;All Files (*)')
    self.application.path = path[0]
    if self.application.path != "":
        self.button_train_model.setEnabled(True)

def train_model(self):
    mp = main.MainProgram()

    # Import dataset into dataframe using pandas
    df = mp.read_dataset(self.application.path)
    x, y = mp.separate(mp.pre_process(df))
    x_train, x_test, y_train, y_test = mp.split(x, y, float(self.application.cv_ratio))

    self.application.nbModel = mp.train_nb_model(x_train, y_train)
    self.application.d3Model = mp.train_d3_model(x_train, y_train)

    # NB Model
    y_test_pred = mp.predict(self.application.nbModel, x_test)
    acc = mp.get_accuracy(y_test, y_test_pred)
    self.field_bayes_accuracy.setText("{0:.6f}".format(round(acc, 6)))
    tn, fp, fn, tp = mp.build_confusion_matrix(y_test, y_test_pred)
    self.field_bayes_tn.setText("{}".format(tn))
    self.field_bayes_fp.setText("{}".format(fp))
    self.field_bayes_fn.setText("{}".format(fn))
    self.field_bayes_tp.setText("{}".format(tp))
    self.field_bayes_precision.setText("{0:.6f}".format(round((tp/(tp+fp)), 6)))
    self.field_bayes_recall.setText("{0:.6f}".format(round((tp/(tp+fn)), 6)))
    self.button_train_bayes.setEnabled(True)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

# D3 Model
y_test_pred = mp.predict(self.application.d3Model, x_test)
acc = mp.get_accuracy(y_test, y_test_pred)
self.field_d3_accuracy.setText("{0:.6f}".format(round(acc, 6)))
tn, fp, fn, tp = mp.build_confusion_matrix(y_test, y_test_pred)
self.field_d3_tn.setText("{}".format(tn))
self.field_d3_fp.setText("{}".format(fp))
self.field_d3_fn.setText("{}".format(fn))
self.field_d3_tp.setText("{}".format(tp))
self.field_d3_precision.setText("{0:.6f}".format(round((tp/(tp+fp)), 6)))
self.field_d3_recall.setText("{0:.6f}".format(round((tp/(tp+fn)), 6)))
self.button_train_d3.setEnabled(True)

def predict_and_recommend(self):
    mp = main.MainProgram()

    df = pd.DataFrame()
    df['age'] = [int(self.field_age.text())]
    df['job'] = [str(self.combo_job.currentText())]
    df['marital'] = [str(self.combo_marital.currentText())]
    df['loan'] = [str(self.combo_loan.currentText())]
    df['contact'] = [str('statement')]

    df = mp.pre_process(df)

    recommend_pred = mp.predict_best_contact(self.application.model, df)

    self.field_statement.setText("{}".format(recommend_pred[0]))
    self.field_telephone.setText("{}".format(recommend_pred[1]))
    self.field_letter.setText("{}".format(recommend_pred[2]))
    self.field_invoice.setText("{}".format(recommend_pred[3]))
    self.field_mail.setText("{}".format(recommend_pred[4]))
    self.field_staff.setText("{}".format(recommend_pred[5]))

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

"""
y_pred_decode = np.ndarray(shape=(len(y_pred)), dtype=object)

for i in range(0, len(y_pred)):
    if y_pred[i] == 0:
        y_pred_decode[i] = 'no'
    elif y_pred[i] == 1:
        y_pred_decode[i] = 'yes'

newDf['pred'] = y_pred_decode
newDf['recommend_contact'] = recommend_pred
f = filedialog.asksaveasfile(mode='w', defaultextension=".csv")
newDf.to_csv(f, encoding='utf-8', index=None, header=True)
"""

class Application():
    path = None
    cv_ratio = 0.8
    path_data = None
    nbModel = None
    d3Model = None
    model = None

if __name__ == '__main__':
    app = QApplication(sys.argv)
    ex = App()
    sys.exit(app.exec_())

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข  
สรุปค่าใช้จ่ายการดำเนินโครงการวิจัย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาเลขที่ KREF.....186102.....

โครงการ

ภาษาไทย.....ระบบให้คำแนะนำการเรียกเก็บหนี้.....  
ภาษาอังกฤษ..... Collection Recommender System.....

รายงานสรุปการเงินรอบ...18...เดือน

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย ผู้รับทุน.....ดร.ละออ บุญเกษม.....

รายงานในช่วงตั้งแต่วันที่ 5 มกราคม 2562.....ถึงวันที่ 4 ธันวาคม 2562.....

สรุปงบประมาณค่าใช้จ่ายที่ใช้นับตั้งแต่เริ่มทำการวิจัยถึงปัจจุบัน

| หมวดค่าใช้จ่าย   | งบประมาณ<br>รวมทั้งโครงการ | ค่าใช้จ่าย<br>จากรายงาน<br>ครั้งก่อน 1 | ค่าใช้จ่าย<br>จากรายงาน<br>ครั้งก่อน 2 | ค่าใช้จ่ายงวด<br>ปัจจุบัน | รวมค่าใช้จ่าย<br>สะสมถึง<br>ปัจจุบัน | คงเหลือ<br>(หรือเกิน) |
|--|----------------------------|--|--|---------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
| งบบุคลากร :ค่าจ้าง<br>ชั่วคราว   |                            |  |  |                           |                                      |                       |
| งบดำเนินงาน  |                            |  |  |                           |                                      |                       |
| ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง<br>ระหว่างปฏิบัติการใน<br>โครงการ<br>- ค่าเดินทาง/ค่าที่<br>พัก/ค่าพาหนะ (ตามที่<br>จ่ายจริง) | 20,000                     | 0                                      | 0                                      | 0                         | 0                                    | 20,000                |
| ค่าใช้จ่ายในการสัมมนา/<br>ฝึกอบรม<br>- ค่าเดินทาง/ค่าที่<br>พัก/ค่าพาหนะ (ตามที่<br>จ่ายจริง)                        | 5,000                      | 0                                      | 0                                      | 0                         | 0                                    | 5,000                 |
| ค่าจ้างเหมาบริการ  | 10,000                     | 0                                      | 10,000                                 | 6,750                     | 16,750                               | -6750                 |
| ค่าจ้างวิเคราะห์   | 20,000                     | 20,000                                 | 0                                      | 0                         | 20,000                               | 0                     |
| ค่าทำรายงานเอกสาร  | 5,000                      | 1,500                                  | 3,500                                  | 0                         | 5,000                                | 0                     |
| ค่าลงทะเบียนการประชุม<br>ทางวิชาการระดับชาติ/<br>นานาชาติ  | 20,000                     | 0                                      | 0                                      | 0                         | 0                                    | 20,000                |
| ค่าวัสดุสำนักงาน   | 6,000                      | 0                                      | 1,720                                  | 4,280                     | 6,000                                | 0                     |
| ค่าวัสดุคอมพิวเตอร์  | 12,000                     | 2,050                                  | 4,390                                  | 5,560                     | 12,000                               | 0                     |
| ค่าถ่ายเอกสาร  | 2,000                      | 1,000                                  | 0                                      | 1,000                     | 2,000                                | 0                     |
| งบลงทุน: ค่าครุภัณฑ์   |                            | -                                      |  |                           |                                      |                       |
| รวม  |                            | 24,550                                 | 19,610                                 | 17,590                    | 61,750                               | 38,250                |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนเงินที่ได้รับและจำนวนเงินที่ใช้จ่าย

| งวดเงินที่ได้รับ    | จำนวนเงินที่ได้รับ(บาท) | เมื่อ (ระบุนวัน เดือน ปี) |
|---------------------|-------------------------|---------------------------|
| งวดที่ 1            | 95,000                  | 1 ตุลาคม 2561             |
| งวดที่ 2            | 5,000                   | -                         |
| ดอกเบี้ย ครั้งที่ 1 |                         |                           |
| ฯลฯ                 |                         |                           |
| รวม                 | 100,000                 | ①                         |

| งวดที่   | จำนวนเงินที่ใช้จ่าย (บาท) |                  |
|----------|---------------------------|------------------|
| งวดที่ 1 | 24,550                    | 5 มกราคม 2562    |
| งวดที่ 2 | 19,610                    | 18 มิถุนายน 2562 |
| งวดที่ 3 | 17,590                    | 4 ธันวาคม 2562   |
| ฯลฯ      |                           |                  |
| รวม      | 61,750                    | ②                |

จำนวนเงินคงเหลือ ① - ② 38,250 บาท

ลงนามหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน

ลงนามเจ้าหน้าที่การเงินโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ข้อมูลประวัติคณะผู้วิจัย

## 1. ข้อมูลเกี่ยวกับคณะผู้วิจัย

## 1.1 ประวัติ

ชื่อ-สกุล รศ. ดร. ละออง บุญเกษม

หน้าที่การงานปัจจุบัน (อาจารย์/เจ้าหน้าที่ /นักวิจัย /นักศึกษาระดับ...../อื่นๆ)

ตำแหน่ง อาจารย์.....

## ประวัติการศึกษา

| ชื่อย่อปริญญา | สาขา                            | สถาบันที่จบ                               | ปีที่จบ |
|---------------|---------------------------------|---|---------|
| วศ.ด.         | วิศวกรรมไฟฟ้าและ<br>คอมพิวเตอร์ | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอม<br>เกล้าธนบุรี | 2550    |
| วท.ม.         | ระบบและการจัดการ<br>สารสนเทศ    | สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหาร<br>ศาสตร์          | 2540    |
| วท.บ.         | คณิตศาสตร์ประยุกต์              | สจล                                       | 2536    |

## สถานที่ติดต่อ

ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

โทรศัพท์ 02-7373000 ต่อ 6195 02-3298400-11 ต่อ 283.320 มือถือ 0894760768

## ประสบการณ์วิจัยหรือสาขาที่ชำนาญ

Multi-agent

N-person Game Theory

Multi-criteria Decision Making

Artificial Intelligence

Stock Market

Mutual Fund

Decision Support Systems Development

## Employment history

1993 – 1998 Programmer, Bangkok Bank, Thailand

1998 – 2001 Lecturer, Business Computer Department, Business Administration  
School, Bangkok University, Thailand

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1999 – 2003                      Chairperson of Business Computer Department, Administrator School,  
Bangkok University, Thailand

2007 – Present                    Lecturer, Computer Engineering, Engineering School, Bangkok  
University, Thailand

### Honors

Recipient of University Mobility in Asia and the Pacific Scholarship, April-May 2008

### Teaching

Computer Programming

Database System

Information Technology

Probability and Engineering Statistics

Research in Business

Advanced Calculus

Object Oriented Design and Programming

### Books

Boongasame Laor, COBOL Programming, Bangkok University Press, Thailand.

Boongasame Laor, Computer Programming, Bangkok University Press, Thailand.

Boongasame Laor, Algorithms for Buyer Coalition, Odian Store Store Press, Thailand.

Boongasame Laor, Database System, The Chulalongkorn University Book Center, Thailand.

Boongasame Laor, et. al, Web Services Technology and Applications, Sukhothai Thammathirat  
open University, Thailand.

### Reviewers

International Journal of Systems and Service-Oriented Engineering

The Multi-Disciplinary International Workshop on Artificial Intelligence

The International Joint Conference on Computer Science and Software Engineering

### Program Committees

The IEEE International Conference on e-Business Engineering

The Multi-Disciplinary International Workshop on Artificial Intelligence

### Thesis Committees

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

School of Information Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi  
 School of Information Technology, Mae Fah Luang University  
 Institute of Field Robotics, King Mongkut's University of Technology Thonburi

### Training

C++ Language, Information Technology Division, Head Office, Bangkok Bank, Thailand  
 Object Oriented Programming, Information Technology Division, Head Office, Bangkok Bank, Thailand

### Guest speakers

Faculty of Management Sciences, Suratthani Rajabhat University  
 The Faculty of Engineering and Technology, Panyapiwat Institute of Management

### Consultants

Digital Literacy Thailand Project  
 G-able Co., Ltd.: Data Science Team

## 1.2 ผลงาน

### ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์/สิ่งประดิษฐ์/สิทธิบัตร (โปรดระบุให้ชัดเจน)

- งานวิจัย (โปรดระบุชื่อโครงการวิจัย คณะผู้ดำเนินการ แหล่งทุน งบประมาณปีที่ได้รับการสนับสนุนและปีที่แล้วเสร็จ)
- ผลงานตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ (จำแนกระดับชาติและระดับนานาชาติหรือเทียบเท่า)
- ผลงานที่ได้รับการอ้างอิงในวงวิชาการ (จำแนกระดับชาติและระดับนานาชาติหรือเทียบเท่า)
- ผลงานที่เป็นประโยชน์ต่อภาคประชาสังคม ภาครัฐ ภาคการผลิตและบริการ/ผลงานที่ถูกนำไปใช้ในภาคประชาสังคม ภาครัฐ ภาคการผลิตและบริการ ทั้งระดับชาติและนานาชาติหรือเทียบเท่า
- การจดสิทธิบัตร/สิ่งประดิษฐ์/รางวัล (ถ้ามี)
- งานวิทยานิพนธ์ของนิสิตในความดูแลของศูนย์ฯ (โปรดระบุชื่อหัวข้อวิทยานิพนธ์ ชื่อนิสิตและอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก, ที่ปรึกษาร่วม, ปีที่เริ่มและปีที่สำเร็จ ทั้งที่อยู่ระหว่างดำเนินการและที่แล้วเสร็จ โดยจำแนกระดับการศึกษา)
- อื่น ๆ (โปรดระบุ)

### Publications

2019

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[1] Chanvarasuth, P., Boongasame L., and Boonjing V., ELECTRE III based CBR approach to combinatorial portfolio selection, *Asia-Pacific Journal of Financial Studies*, 48(3), 2019.

#### 2018

[1] Narabin S., and Boongasame L., A Cluster Analysis of Mutual Funds Data. International Conference on Big Data and Artificial Intelligence (BDAI) 2018, Beijing, China.

#### 2017

[1] Boongasame, L., Temdee P., and Daneshgar F., 2017. A group signature-based buyer coalition scheme with trustable third party. *International Journal of Production Research*. 55(17): 5050-5061.

#### 2016

[1] Boongasame, L., and Daneshgar, F., 2016. An awareness-based meta-mechanism for e-commerce buyer coalitions. *Information Systems Frontiers: a journal of research and innovation*. 18(3): 529-540.

[2] Boonjing V., and Boongasame L., Combinatorial Portfolio Selection with the ELECTRE III method: Case study of the Stock Exchange of Thailand (SET), *Afro-Asian Journal of Finance and Accounting*, 2016.

[3] Boonjing V., and Boongasame L., Combinatorial Portfolio Selection with the ELECTRE III method: Case study of the Stock Exchange of Thailand (SET). *Computer Science and Information Systems (FedCSIS) 2016*, Gdansk, Poland.

#### 2015

[1] Chanvarasuth, P., and Boongasame, L., 2015. Hybridizing Principles of the ELECTRE III Method with Case-Based Reasoning for a Travel Advisory System: Case Study of Thailand. *Asia Pacific Journal of Tourism Research*. 20(5): 585-598.

#### 2014

[1] Boongasame L., Narabin S., and Boonjing V., Multiple-Source Utility Scheme for e-Commerce Buyer Coalitions. The Second International Conference on E-Technologies and Business on the Web (EBW) 2014, Kuala Lumpur, Malaysia.

#### 2012

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- [1] Boongasame, L., and Chiu, D. K. W., Preference Coalition Formation Algorithm for Buyer Coalition with Bundles of Items, *International Journal of Systems and Service-Oriented Engineering*, 3(2), pp. 67-84, April-June 2012.
- [2] Boongasame, L., Temdee P., and Daneshgar F., Forming Buyer Coalition Scheme with the Connection of a Coalition Leader, *the Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, Vol. 7 No. 1, April 2012, pp. 111 – 222, Impact Factor: 1.54.
- [3] Boongasame L., Buyer Coalition Scheme with Data Mining. *The 35th Electrical Engineering Conference (EECON 35) 2012*, Bangkok, Thailand.
- [4] Boongasame L., GroupBuyMultiple: A New Multi-Attribute Group Buying Scheme. *The 1st Mae Fah Luang University International Conference 2012*, Chiang Rai, Thailand.
- [5] Boongasame L. Preference Coalition Formation Algorithm for Buyer Coalition. *The Ninth International Joint Conference on Computer Science and Software Engineering (JCSSE'12)*, 2012, Bangkok, Thailand.

#### **2011**

- [1] Boongasame, L., Daneshgar F., A Collaborative Platform for Buyer Coalition: Introducing the Awareness-based Buyer Coalition (ABC) System, *Information Systems Frontiers* (21 June 2011), pp. 1-10, Impact Factor: 1.65.
- [2] Boongasame L., Wathanathamsiri S., and Pichanachon A. Buyer Coalitions on JADE Platform. *15th International Conference on Knowledge-Based and Intelligent Information & Engineering Systems*, 2011, Kaiserslautern, Germany.

#### **2010**

- [1] Tansiri, P., Boongasame, L., Chiu, D. K. W., and Leung, H. F., Forming Buyer Coalition Schemes with Ontologies in E-marketplaces, *WISS 2010, LNCS*, 2010. Springer.
- [2] Boongasame L., Boonjing V. A New Approach to Multi-Criteria Decision Making (MCDM) Using the Fuzzy Binary Relation of the ELECTRE III Method and the Principles of the AHP Method. *ACIIDS 2010, SCI 283*, pp. 325-336, 2010, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

#### **2009**

- [1] Boongasame L. Sukstrienwong A. Buyer Coalitions with Bundles of Items by Using Genetic Algorithm. *ICIC(1) 2009, LNCS 5754*, pp. 674-685, 2009, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- [2] Boongasame L, Leung H. F., Boonjing V., Dickson K. W. Chiu. Forming Buyer Coalitions with Bundles of Items. *KES-AMSTA 2009, LNAI 5559*, pp. 714-723, Springer-Verlag Berlin Heidelberg

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2008

- [1] Boongasame L., and Boonjing V. Forming Coalition using the Community Compromised Combinatorial Coalition Scheme. The 2008 International Conference on Embedded Systems and Intelligent Technology. Feb 27-29, 2008, Bangkok, Thailand.
- [2] Boongasame L., and Boonjing V. The Community Compromised Price with Clarke Tax Scheme. The 2008 International Conference on Embedded Systems and Intelligent Technology. Feb 27-29, 2008, Bangkok, Thailand.

2007

- [1] Boongasame L., Boonjing V., and Leung H. The Theory of Maximal Social Welfare Feasible Coalition. IEA/AIE 2007, LNAI 4570, pp. 935-942, 2007, ACIIDS 2010 Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- [2] Boongasame L., Boonjing V., and Leung H. A Community Compromised Approach to Combinatorial Coalition Problem. International Journal of Mathematical Sciences Vol. 1 No. 1 2007
- [3] Boongasame L., Boonjing V., and Leung H. The Price Negotiation Scheme for Forming Community Buyer Coalitions. Proceedings of Group Decision and Negotiation 2007 (GDN 2007) Mt.Tremblant, Canada, pp. 477-490.
- [4] Laor Boongasame, Veera Boonjing, and Ho-Fung Leung A Community Compromised Approach to Combinatorial Coalition Problem, World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Mathematical and Computational Sciences Vol:1, No:9, 2007, pp. 453-458

2005

- [1] Boongasame, L., Boonjing, V., and Thipakorn, B. Combining Group Compromised Price with Bundle Search Strategies. The Seventh International Conference on Electronic Commerce (ICEC 2005), Xi'an, China, August 15-17, 2005
- [2] Boongasame, L., and Boonjing, V. A New Buyer Coalition Scheme for Forming Large Benefits. Group Decision and Negotiation 2005 (GDN 2005), Vienna, Austria, July 10-13, 2005

2004

- [1] Boongasame, L., Boonjing, V., and Thipakorn, B. A Compromise Buyer Coalition Formation Scheme. The 8th World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics Proceedings. Vol. XIV, pp. 140-145, Orlando, Florida, USA, July 18-21, 2004.

## 2.1 ประวัติส่วนตัว

ชื่อ-สกุล..... ผศ. ดร.สมศรี บัณฑิตวิไล.....  
 หน้าที่การงานปัจจุบัน..... อาจารย์คณะวิทยาศาสตร์.....  
 ตำแหน่งทางวิชาการ..... ผู้ช่วยศาสตราจารย์.....  
 ตำแหน่งทางบริหาร.....  
 สถานที่ติดต่อ(ทำงาน)..... ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ สจล.....

## ประวัติการศึกษา

| ชื่อย่อปริญญา | สาขา             | สถาบันที่จบ                               | ปีที่จบ |
|---------------|------------------|---|---------|
| วท.บ          | คณิตศาสตร์       | มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ<br>ปทุมวัน     |         |
| พบ.ม          | สถิติประยุกต์    | สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหาร<br>ศาสตร์          |         |
| M.S.          | Computer Science | Florida Institute of<br>Technology U.S.A. |         |
| Ph.D.         | Computer Science | Florida Institute of<br>Technology U.S.A. |         |

## ประสบการณ์วิจัยหรือสาขาที่ชำนาญ.....

## รางวัลด้านวิชาการ/ด้านวิจัย/งานสร้างสรรค์ (ด้านศิลปะ หรืออื่นๆ) ที่ได้รับ

| ปี พ.ศ. | ชื่อรางวัล | สถาบันที่ให้ |
|---------|------------|--------------|
|         |            |              |
|         |            |              |
|         |            |              |

## 2.2 ผลงาน

ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์ที่ตีพิมพ์เผยแพร่ ทั้งระดับชาติและนานาชาติ (ย้อนหลัง 5 ปี).....

จามรี ชูบัวทอง และสมศรี บัณฑิตวิไล, 2560. การพัฒนาตัวแบบเพื่อพยากรณ์คุณภาพผลิตภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์  
 ด้วยการถอดถอยโลจิสติกส์และโครงข่ายประสาทเทียมโดยใช้การวิเคราะห์เหมืองข้อมูล วารสารวิทยาศาสตร์  
 และเทคโนโลยี ปีที่ 25 ฉบับที่ 1 มกราคม - กุมภาพันธ์ 2560 :1-13

พรรณนิภา คุ่มสิน และสมศรี บัณฑิตวิไล, 2561. การเปรียบเทียบตัวแบบการพยากรณ์ยอดขายเครื่องปรับอากาศ  
 โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบไฮลท์-วินเทอร์ วิธีบ็อกซ์เจนกินส์ และวิธีโครงข่ายประสาทเทียม  
 วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปีที่ 26 ฉบับที่ 3 พฤษภาคม - มิถุนายน 2561 :363-376

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 .ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลงานวิชาการอื่นๆ (เช่น ตำรา Proceeding ฯลฯ)

มงคล ทะปัญญา, สมศรี บัณฑิตวิไล การศึกษาเปรียบเทียบตัวแบบพยากรณ์ปริมาณการส่งออกกากน้ำตาล โดยการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นและไม่เชิงเส้นแบบพหุ, Proceedings of AMM 2014 The 19th Annual Meeting in Mathematics การประชุมทางคณิตศาสตร์ ครั้งที่ 19 20-22 มีนาคม พ.ศ. 2557 ริมหาดพัทยาเหนือ ถนนพัทยาเหนือ เมืองพัทยา จังหวัดชลบุรี หน้า 501-510

Banditvilai, S., Mahakeeta, S. 2015. A Receiving Process Simulation Model of the Consumer Product Distribution Center, Proceedings of 30th International Workshop on Statistical Modelling, 2, 27-30.

Banditvilai, S., Nirasō, M. 2017. Simulation of the Night Shift Solid Waste Collection System of Phuket Municipality. Advances in Intelligent Systems and Computing: Soft Methods for Data Science. Springer International Publishing. Switzerland, pp. 17-24

Banditvilai, S., Chubuathong, C. 2017. Forecasting Quality of Hard Disk Drive with Logistic Regression and Neural Networks, Proceedings of 32th International Workshop on Statistical Modelling, 2, 169-172

สมศรี บัณฑิตวิไล นันทิกา เบญจเทพานันท์ และสิริลักษณ์ อนันต์สถิตย์สิน 2546. การส่งผ่านข้อความระหว่างเครื่องตรวจอัตโนมัติทางปฏิบัติการเคมี-คลินิก และระบบคอมพิวเตอร์. วารสารวิทยาศาสตร์ประยุกต์ 2(1) : 49-55

อัชฌา อระวีพร สมศรี บัณฑิตวิไล 2547 "การศึกษาหลักสูตรสถิติประยุกต์ต่อการนำไปประยุกต์ใช้ในงานอาชีพของมหาวิทยาลัยของรัฐในกรุงเทพมหานคร"

การประชุมวิชาการสถิติประยุกต์ ภาคเหนือ ครั้งที่ 5 27-29 พฤษภาคม 2547 ณ โรงแรมโลตัสปางสวนแก้ว ถ. ห้วยแก้ว อ.เมือง จ.เชียงใหม่ หน้า ค 423-ค 433

ผลงานสิทธิบัตร/สิ่งประดิษฐ์/งานสร้างสรรค์ (ศิลปะ หรือ อื่นๆ)

ผลงานที่เป็นประโยชน์ต่อภาคประชาสังคม ภาครัฐ ภาคการผลิตและบริการ/ผลงานที่ถูกนำไปใช้ ในภาคประชาสังคม ภาครัฐ ภาคการผลิตและบริการ ทั้งระดับชาติและนานาชาติหรือเทียบเท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Gieas**  
GI Engineering, Technology, Applied Sciences Forum

**RTEIT  
2019**

**JULY 27-28, 2019**

**INTERNATIONAL  
CONFERENCE ON  
RECENT TRENDS IN  
ENGINEERING, IT,  
BIOTECHNOLOGY &  
AGRICULTURE SCIENCES**

**TAIWAN**

[www.gieas.org](http://www.gieas.org)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

International Conference on “Recent Trends in Engineering, IT,  
BioTechnology & Agriculture Sciences”(RTEIT- July, 27-28, 2019)  
RTEIT© 2019 Taipei, Taiwan  
GI Engineering, Technology, Applied Sciences Forum, Kuala Lumpur,  
Malaysia.

## TABLE OF CONTENTS

|  |           |
|--|-----------|
| RTEIT 2019 CONFERENCE ORGANIZING COMMITTEE .....   | IV        |
| CONFERENCE CHAIR MESSAGE.....  | V         |
| TYPE OF RTEIT PAPERS .....   | VII       |
| REVIEWING CRITERIA .....   | VII       |
| ACKNOWLEDGMENT .....   | IX        |
| SCIENTIFIC REVIEW COMMITTEE .....  | X         |
| KEYNOTE SPEAKER.....   | XIII      |
| RTEIT 2019 TRACKS' CHAIRS.....   | XIV       |
| RTEIT 2019 WORKSHOP .....  | XV        |
| BEST PAPER NOMINEE LIST .....  | XVI       |
| RTEIT 2019 BEST PAPER AWARD WINNER.....  | XVII      |
| RTEIT 2019 CONFERENCE COMMITTEE.....   | XVIII     |
| CONFERENCE PROGRAM .....   | XIX       |
| LIST OF CONFERENCE ATTENDEE .....  | XXIV      |
| <b>TRACK A: BUSINESS MANAGEMENT &amp; ECONOMIC STUDIES</b>   | <b>26</b> |
| 1. MAKING A CASE FOR FDI: JAPAN'S FIRST TRIANGULAR<br>MERGER WITH CITI BANK AND NIKKO CORDIAL.....   | 27        |
| 2. RE-EXAMINING FIRM VALUATION: THE IMPACT OF<br>CAPITAL GAINS TAX .....   | 28        |
| 3. THE INFLUENCES OF CORPORATE SOCIAL<br>RESPONSIBILITY [CSR] IN PROSPECTIVE EMPLOYEE<br>PERCEPTION IN INDONESIA.....  | 29        |
| 4. VERIFYING THE RELATIONSHIP BETWEEN TEAM<br>COACHING LEADERSHIP AND TEAM EFFECTIVENESS<br>THROUGH A MODERATED-MEDIATION MODEL .....  | 30        |
| 5. THE RELATIONSHIP BETWEEN LEADER-SUBORDINATE<br>RELATIONAL IDENTITY AND SUBORDINATE PRO-SOCIAL<br>ORGANIZATIONAL BEHAVIOR: THE INDIVIDUAL<br>TRADITIONALISM AND MODERNITY AS MODERATOR ..... | 31        |
| <b>TRACK B: SOCIAL SCIENCES &amp; HUMANITIES.....</b>  | <b>32</b> |
| 6. STUDY ON THE INFLUENCE OF ONLINE TEACHER<br>COMMUNITIES ON SCHOOL TEACHING—TAKING THE<br>MATH-CAFE COMMUNITY AS AN EXAMPLE.....   | 33        |

International Conference on “Recent Trends in Engineering, IT,  
BioTechnology & Agriculture Sciences”(RTEIT- July, 27-28, 2019)  
RTEIT© 2019 Taipei, Taiwan  
GI Engineering, Technology, Applied Sciences Forum, Kuala Lumpur,  
Malaysia.

|   |           |
|---|-----------|
| 7. RESEARCH ON THE INFLUENCE OF ONLINE LEARNING PLATFORM ON MATHEMATICS TEACHING IN TAIWAN .....                            | 34        |
| 8. ENVIRONMENTAL AWARENESS AND GREEN INFRASTRUCTURE .....   | 35        |
| 9. THE IMPLEMENTATION OF THE ANTI-DRUG WAR CAMPAIGN OF THE PHILIPPINE GOVERNMENT.....                                       | 36        |
| 10. INTEGRATION OF RESEARCH EXPERIENCES IN EDUCATION AND THE EXTENT STUDENTS BENEFIT FROM FACULTY MEMBERS' SUPERVISION..... | 37        |
| 11. AUSTRALIAN EDUCATION POLICIES: THE VOCATIONAL STUDENTS' EXPLOITATION CONCERNS .....                                     | 38        |
| 12. INFORMATION TECHNOLOGY, ROBOTS, AND TORTS .....   | 40        |
| 13. THE ECONOMIC ANALYSIS OF PRODUCT SUBSTITUTABILITY AND INTIMIDATION EFFECT ON VERTICAL INTEGRATION.....                  | 41        |
| <b>TRACK C: ENGINEERING &amp; TECHNOLOGY SCIENCES .....</b>   | <b>42</b> |
| 14. A ROBUST LANE DETECTION ALGORITHM WITH BINARY LINE SEGMENT FILTER ON IMAGE SENSOR .....                                 | 43        |
| 15. BIOACTIVE EFFICACY OF EPIBIOTIC BACTERIA ISOLATED FROM SEA FAN CORALS, GULF OF MANNAR, SOUTHEASTERN INDIA .....         | 44        |
| 16. FRAMEWORK FOR INTEGRATION OF UNSTRUCTURED DATA OF HATE SPEECH ON FACEBOOK.....  | 45        |
| 17. NAÏVE BAYES FOR DEBT COLLECTION CONTACT CHANNEL .....   | 46        |
| <b>FUTURE EVENTS.....</b>   | <b>47</b> |
| <b>CSR.....</b>   | <b>60</b> |

RTEIT 2019

## Naïve Bayes for Debt Collection Contact Channel

*Laor Boongasame<sup>1\*</sup>, Somsri Banditvilai<sup>2</sup>*

<sup>1,2</sup> King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Thailar

### Abstract

Due to non-performing loans (NPLs) trend to increase, debt collection, a process of pursuing payments of debts from significant. However, there is still an inadequate number of researches that investigates the problem of debt collection approach for identifying the most potential debtor contact channels is proposed. Our method is based on Naïve Bayes posterior probability. The effectiveness of this method was demonstrated with a result of approximately 75% accuracy that the accuracy of the Naïve Bayes is equal to that of decision tree while the precision of the Naïve Bayes is higher than the decision tree.

© 2019 The Authors. Published by GI Engineering, Technology, Applied Sciences Forum. This is an open access article under the CC BY-NC-ND 4.0 International license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)  
Peer-review under responsibility of the Scientific & Review committee of RTEIT-2019

*Keywords:* Classification; Naïve Bayes; Debt Collection; Non-Performing Loans; Debtor Contact Channel

### Introduction

Debt collection refers to a process of pursuing payments of debts from a debtor which could be businesses, or a debt guarantor [3]. Considering a case of non-performing loans (NPLs) [1], in 2017 the total amount of NPLs which a debtor has not performed a scheduled payment of a specific period was up to 2.94% of the previous quarter. Gross NPLs outstanding also increased from 1.25 billion baht to 1.5 billion baht, mainly from SME loan [2]. Nevertheless, there is still an inadequate number of researches that investigate the problem of debt collection. One of those is the work of Martin Del Vecchio et al. [4] a novel and seemingly efficient method to locate a delinquent debtor. Abe et al. [10] developed a novel management tax and debt collection processes applicable to financial institutions. Certainly, choosing a proper contact channel of a debtor would affect the success of debt collection. Nevertheless, without any research on choosing a proper contact channel. Therefore, this paper proposes a novel approach for identifying a debtor contact channel, considering debt collection statement, telephone calls, and short messages. The proposed method is based on Naïve Bayes and a concept of the posterior probability.

The article is organized as follows: Section II provides details of methods. Section III provides the results. Section IV discusses conclusion and future works.

### Data Analysis

In this section, the naïve Bayes is introduced in subsection A. Then, data set and scenario are explained in subsection B and C respectively.

4 Naïve Bayes

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{by: } P(y | x_1, \dots, x_n) = \frac{P(y)P(x_1, \dots, x_n | y)}{P(x_1, \dots, x_n)}$$

This is based on the Naïve conditional independence assumption that:

$$P(x_i | y, x_1, \dots, x_{i-1}, x_{i+1}, \dots, x_n) = P(x_i | y),$$

for all  $i$ , this relationship could be simplified to

$$P(y | x_1, \dots, x_n) = \frac{P(y) \prod_{i=1}^n P(x_i | y)}{P(x_1, \dots, x_n)}$$

Since  $P(x_1, \dots, x_n)$  is constant, the following classification rule could be applied:

$$P(y | x_1, \dots, x_n) \propto P(y) \prod_{i=1}^n P(x_i | y),$$

$$\hat{y} = \arg \max_y P(y) \prod_{i=1}^n P(x_i | y),$$

Maximum A Posteriori (MAP) is then used to estimate  $P(y)$  and  $P(x_i|y)$ , when  $P(y)$  refers to the  $r$  class  $y$  in the training set.

Maximum A Posteriori (MAP) is then used to estimate  $P(y)$  and  $P(x_i|y)$ , when  $P(y)$  refers to the  $r$  class  $y$  in the training set.

The methods section is usually the second-longest section in the abstract. It should contain enough information to enable the reader to understand what was done, and important questions to which the methods section provides brief answers.

#### B. Data Set

The data used in the experiment was gathered by a debt collection firm. The data set contains 41,189 past cases, consisting of features and corresponding results [6]. Table 1 presented the details of debtors and results of loan collection. The experiment was run using Python programming.

Table 1:  
The data obtained from a debt collection firm

| Id | Contact   | Age  | Job           | Marital status | Loan |
|----|-----------|------|---------------|----------------|------|
| 1  | Telephone | >=40 | Housemaid     | married        | No   |
| 2  | statement | >=40 | unemployed    | divorced       | No   |
| 3  | telephone | >=30 | self-employed | married        | No   |
| 4  | Statement | < 30 | Student       | Single         | Yes  |
| 5  | Letter    | >=30 | Student       | Single         | No   |
| 6  | Invoice   | >=40 | Unemployed    | Married        | No   |
| 7  | Telephone | <30  | Self-employed | divorced       | Yes  |
| 8  | Invoice   | >=40 | Unemployed    | Divorced       | No   |
| 9  | Letter    | >=30 | Housemaid     | Married        | Yes  |
| 10 | invoice   | <30  | Student       | Married        | Yes  |

Based on the dataset presented Table 1, one of the most important attributes is contact with the collection contact channel. There are seven possible categories of contact, i.e. statement, telephone, sms, e-mail and staff. Other features we consider are debtor's age, job, marital status, personal loan. We consider three categories for age, including less than 30 years old, at least 30, and at least 40 years old. Two job categories were considered, i.e. administrator, blue-collar, entrepreneur, housemaid, management, retired.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

collection, and “no” otherwise. Assuming one observed customer X, X is single, currently stud-  
 than 30 years old. X does not have any personal loan and his preferred contact channel is via telep.  
 value of each feature of X is as follows: age= “<30”, job = “student”, marital=“single”, 1  
 “telephone”). Then, we calculate probabilities based on the naïve bay algorithm as follows:

$$\begin{aligned}
 P(y = \text{“yes”}) &= 5/10 \\
 P(y = \text{“no”}) &= 5/10 \\
 P(\text{age} = \text{“<30”} | y = \text{“yes”}) &= 2/5 = 0.4 \\
 P(\text{age} = \text{“< 30”} | y = \text{“no”}) &= 1/5 = 0.2 \\
 P(\text{job} = \text{“student”} | y = \text{“yes”}) &= 1/5 = 0.2 \\
 P(\text{job} = \text{“student”} | y = \text{“no”}) &= 2/5 = 0.4 \\
 P(\text{marital} = \text{“single”} | y = \text{“yes”}) &= 1/5 = 0.2 \\
 P(\text{marital} = \text{“single”} | y = \text{“no”}) &= 1/5 = 0.2 \\
 P(\text{loan} = \text{“no”} | y = \text{“yes”}) &= 2/5 = 0.4 \\
 P(\text{loan} = \text{“no”} | y = \text{“no”}) &= 4/5 = 0.8 \\
 P(\text{contact} = \text{“telephone”} | y = \text{“yes”}) &= 2/5 = 0.4 \\
 P(\text{contact} = \text{“telephone”} | y = \text{“no”}) &= 1/5 = 0.2 \\
 P(X|y = \text{“yes”}) &= 2/5 * 1/5 * 1/5 * 2/5 * 2/5 = 0.000256 \\
 P(X|y = \text{“no”}) &= 1/5 * 2/5 * 1/5 * 4/5 * 1/5 = 0.00128 \\
 P(X|y = \text{“yes”}) P(y = \text{“yes”}) &= 5/10 * 0.000256 = 0.000128 \\
 P(X|y = \text{“no”}) P(y = \text{“no”}) &= 5/10 * 0.00128 = 0.00064 \\
 \end{aligned}$$

X is therefore belongs to class ‘no’ (y = “no”) because P(X|y = “no”) is greater than P(X|y = “yes”

### Empirical Results and analysis

In order to demonstrate the effectiveness of our method, the algorithms that were used  
 processed through a cross-validation technique. Cross-validation is one of the most commonly u  
 methods to estimate the model true prediction error and for tuning parameters [7]. The data is sp  
 One chunk is used for fitting each competing model. Another chunk is for estimating th  
 performance.

The goal of the naïve bay algorithm is to predict whether the loan collection was  
 observed customer. There are in total of 14 features of the customers. However, the resulting mo  
 five features, i.e. age, job, marital, loan, and contact. The rest variables did not appear significan  
 The performance evaluation of the naïve bay algorithms was made using cross-validation, while t  
 in this system is presented in Table 2.

Table 2  
 Confusion Matrix in this system

| Actual\Predicted | Yes  |   |
|------------------|------|---|
| Yes              | 1993 | 1 |
| No               | 295  | 4 |

The accuracy, sensitivity, and specificity of the naïve bay algorithm were tested. The accuracy can

$$Accuracy = \frac{(TP + TN)}{(TP + TN + FP + FN)} = 0.75$$

when TP refers to the amount of true positive prediction, TN, FP and FN refer to a true negativ  
 false negative, respectively.

Precision is a proportion of correctly predicted positive observations to the total predicted positiv  
 model is XX% precision, as shown in the calculations below:

$$(TP)$$

From table 3, the accuracy of Naïve Bayes and decision tree are nearly equal. However Naïve Bayes is more than that of decision trees.

#### Conclusion, Limitations, and Future Work

In this work, we propose a model to predict the effectiveness of debtor contact channel debt collection. The model is based on naïve bay algorithm and was tested with the customer bank. The result could assist debt collectors to choose a proper contact channel that hopefully lead effectiveness of our model was demonstrated by using a simulation program, with a result of accuracy and 87% precision. The model was based mainly on five features which could be extended in future studies.

#### References

- 1) Bowman, M., Debray, S. K., & Peterson, L. L. (1993). Reasoning about naming systems. *on Programming Languages and Systems (TOPLAS)*, 15(5), 795-825.
- 2) Ding, W. & Marchionni, G. (1997). *A study on video browsing strategies*. Maryland, Maryland at College Park.
- 3) Wikipedia. (2018). *Debt collection*. Retrieved from [https://en.wikipedia.org/wiki/Debt\\_collection#cite\\_note-2](https://en.wikipedia.org/wiki/Debt_collection#cite_note-2)
- 4) Learn, S. (2018). *Naïve Bayes*. Retrieved from <https://scikit-learn.org/stable/modules/nai>
- 5) Zhang, H. (2004). The optimality of Naïve Bayes. Paper presented at *Proceedings of the International Florida Artificial Intelligence Research Society Conference (FLAIRS 2004)*
- 6) Moro, S., Cortez, P., & Rita, P. (2014). A data-driven approach to predict the success of telemarketing. *Decision Support Systems*, 62, 22-31.
- 7) Dubitzky, W., Granzow, M., & Berrar, D. P. (Eds.). (2007). *Fundamentals of Data Mining in Proteomics*. Editors: Systems Biology and Bioinformatics.
- 8) Bayes, T. (1763). LII. An essay towards solving a problem in the doctrine of chances. By Bayes, FRS communicated by Mr. Price, in a letter to John Canton, AMFR S. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, (53), 370-418.
- 9) Vecchio, M. D., Jin, S., Mistretta, A., Rolando, H., & Tuck, H. Designing a Search Engine for a Collection. In *2006 IEEE Systems and Information Engineering Design Symposium*.
- 10) Abe, N., Melville, P., Pendus, C., Reddy, C. K., Jensen, D. L., Thomas, V. P., ... & I. Optimizing debt collections using constrained reinforcement learning. Paper presented in *16th ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining (KDD)*