

Automated chief complaints visualization using word cloud form textual data to enhance patient quick review

Sittha Sinprasat ¹, Thiraphat Tanphiriyakun ², Nonpawit Yotwongratsamee ²

¹Faculty of Science, Chiang Mai University

²Sriphat Medical Center, Faculty of Medicine, Chiang Mai University

Abstract

Automated chief complaints visualization using word cloud form textual data to enhance patient quick review is one of the internal software development projects of Sriphat Medical Center, Faculty of Medicine, Chiang Mai University. It aims to create a system for classifying some key words of the Chief Complaint and present them in several groups of words. The system is developed as a web application. It was developed with JavaScript for front-end development by using the Vue.JS framework, and Python for back-end development. The system is connected to Microsoft SQL Server database. The system is designed and developed to be able to know the numbers of Chief Complaint. For the

part of word tokenize, Maximal Matching model was selected. The presentation of data can be divided into 3 groups as follows: 1. Chief Complaint Overall 2. Chief Complaint by Clinic and 3. Chief Complaint by HN. This system was developed for the physicians to know the number of Chief Complaint and can use that information to plan for the future treatment of patients.

Keywords: Chief Complaints, Visualization, Word Cloud

Received : 10 January 2022, Revise: 25 March 2022,

Accepted: 1 May 2022

Correspondence: Sittha Sinprasat, Faculty of Science, Chiang Mai University, 239 Huay Kaew Rd, Tambon Su Thep, Mueang Chiang Mai District, Chiang Mai 50200, E-mail: sittha_sinprasat@cmu.ac.th

ระบบวิเคราะห์คำอัตโนมัติจากอาการสำคัญ โดยใช้การนำเสนอในรูปแบบกลุ่มคำ เพื่อการตรวจสอบประวัติของผู้ป่วยอย่างรวดเร็ว

สิทธา สินประสาธน์ ¹, ธีรพัฒน์ ต้นพิธีกุล ², นนทปวิธ ยศวทศรัณย์ ²

¹ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

² ศูนย์ศรัทธาพัฒน์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

บทคัดย่อ

ระบบจัดกลุ่มคำอัตโนมัติจากอาการสำคัญ เพื่อการทบทวนประวัติผู้ป่วยในการมาโรงพยาบาลเป็นส่วนหนึ่งในโครงการพัฒนาซอฟต์แวร์ภายในองค์กรของศูนย์ศรัทธาพัฒน์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างระบบในการหาคำสำคัญของอาการสำคัญและนำเสนอในรูปแบบกลุ่มคำ ระบบถูกพัฒนาขึ้นเป็นเว็บแอปพลิเคชัน ด้วยภาษาจาวาสคริปต์ ในการพัฒนาระบบส่วนต่อประสานด้วยเฟรมเวิร์ควิวดอทเจสและในการพัฒนาระบบส่วนการจัดการด้วยภาษาไพทอน โดยใช้ฐานข้อมูลไมโครซอฟท์ เอสคิว แอล เชิร์ฟเวอร์โดยระบบถูกออกแบบและพัฒนาให้สามารถรู้ได้ถึงจำนวนอาการสำคัญของคนไข้ ในส่วนของโมเดลในการตัดคำภาษาไทยได้เลือกใช้โมเดลการตัดคำแบบสอตคล้องมากที่สุด โดยมีการแบ่งการเลือกดูข้อมูลออกเป็น

3 ส่วนดังนี้ 1.ข้อมูลอาการสำคัญของคนไข้ทั้งโรงพยาบาล 2.ข้อมูลอาการสำคัญของคนไข้โดยแบ่งตามคลินิก และ 3.ข้อมูลอาการสำคัญของคนไข้โดยดูแบบระบุตัวคนไข้ระบบนี้ถูกพัฒนาเพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่แพทย์เพื่อให้ทราบถึงข้อมูลจำนวนอาการสำคัญของคนไข้และสามารถนำข้อมูลนั้นไปใช้ในการวางแผนการรักษากับผู้ป่วยได้ต่อไปในอนาคต

คำสำคัญ: อาการสำคัญ, การนำเสนอข้อมูล, กลุ่มคำ

วันที่รับต้นฉบับ 10 มกราคม 2565, วันที่แก้ไข: 25 มีนาคม 2565, วันที่ตอบรับ: 1 พฤษภาคม 2565

บทนำ

ระบบจัดกลุ่มคำอัตโนมัติจากอาการสำคัญ เพื่อการทบทวนประวัติผู้ป่วยในการมาโรงพยาบาล ถูกพัฒนาเนื่องจากทางศูนย์ศรัทธาพัฒน์ไม่สามารถทราบถึงความถี่ของอาการสำคัญของคนไข้แต่ละคน แต่ละคลินิก หรือทั้งโรงพยาบาลได้ ซึ่งทำให้ยากต่อการวางแผนรับมือผู้ป่วยในอนาคตและการจัดทำารตลาดเพื่อให้สอดคล้องกับกลุ่มคนไข้ส่วนใหญ่ที่เข้ามารับการรักษาที่ศูนย์ศรัทธาพัฒน์

จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นจึงได้มีการจัดทำระบบจัดกลุ่มคำอัตโนมัติจากอาการสำคัญ เพื่อการทบทวนประวัติผู้ป่วยในการมาโรงพยาบาลขึ้นมาโดยเลือกข้อมูลในการตรวจคนไข้ในช่วงเดือนมีนาคม พ.ศ.2564 มาเป็นข้อมูลตัวอย่างในการพัฒนาระบบโดยวัตถุประสงค์ในการพัฒนาเพื่อให้สามารถทราบถึงข้อมูลการเข้ามาใช้บริการโรงพยาบาลโดยใช้การนำเสนอข้อมูลในรูปแบบกลุ่มคำ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. Maximal Matching

วิรัช ศรีเลิศล้ำวาณิช ^[1] เสนอการตัดคำภาษาไทยโดยใช้การ เทียบคำที่ยาวที่สุด (Longest Matching) และการตัดคำโดยเลือก แบบเหมือนมากที่สุด (Maximal Matching)

วิธีการตัดคำแบบสอดคล้องมากที่สุด (Maximal Matching) ^[2] คือ วิธีการตัดคำแบบนี้เป็นการหาวิธีในการตัดคำที่สามารถจะเป็นไปได้ทั้งหมดแล้วจะทำการเลือกข้อความที่แบ่งแล้วมีจำนวนค่าน้อยที่สุด ส่วนในกรณีที่จำนวนคำที่เท่ากัน เราจะใช้วิธีการตัดคำแบบยาวที่สุด (Longest Matching) เข้ามาช่วย เช่น ข้อความว่า “ฉันนั่งตากลมที่หน้าบ้าน” ซึ่งจะสามารถแบ่งคำได้ 2 แบบ คือ

1. ฉัน นั่ง ตาก ลม ที่ หน้า บ้าน
2. ฉัน นั่ง ตา กลม ที่ หน้า บ้าน

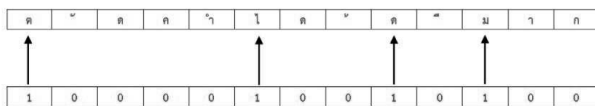
ทั้ง 2 แบบมีจำนวนคำที่เท่ากัน จึงเลือกแบบที่ 1 โดยเปรียบเทียบจากคำที่ต่างกันที่ตัดได้นั้น (ตา / ตาก) จะเห็นว่าตากมีตัวอักษรมากกว่า

ผู้ประสานงาน : สิทธา สินประสาธน์, คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 239 ถ.ห้วยแก้ว ต.สุเทพ อ.เมืองเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200 E-mail: sittha_sinprasat@cmu.ac.th

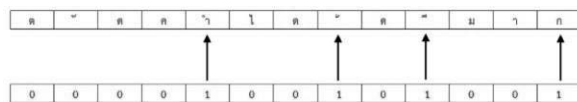
2. Deepcut

วิภาดา ผาพันธุ์ และ อัญชนา พิมพิศาล [3] ได้ใช้วิธีการตัดคำภาษาไทยโดยใช้การเรียนรู้เชิงลึก (Deepcut) ในการทดสอบการตัดคำภาษาไทยจากข้อความข่าวเพื่อนำเป็นข้อมูลใช้ในการพยากรณ์ทิศทางหุ้นรายวัน

Deepcut [4] คือ วิธีการตัดคำโดยใช้โมเดลแบบ CNN (Convolutional Neural Network 1 Dimension) มาทำนายด้วยวิธี การจำแนกแบบไบนารีโดยการให้ปัญญาประดิษฐ์มองประโยคเป็นอะเรย์ของชุดตัวอักษรนั้นปัญญาประดิษฐ์ก็จะบอกว่า ตัวอักษรไหนเป็นตัวเริ่มต้นของคำ ถ้าใช่ก็จะให้คำตอบว่า 1 ตามรูปที่ 1 หลังจากนั้นจะเลื่อนเลข 1 ในอาร์เรย์ไปทางซ้ายแล้วเริ่มไล่ตัวอักษร ตั้งแต่หมายเลข 0 กำกับ จนมาหยุดตรงตัวอักษรเลข 1 ก็จะถือว่าเป็น 1 คำไทย ตามรูปที่ 2



รูปที่ 1 การให้ตำแหน่ง 1 กับอักษรตัวแรกของคำ



รูปที่ 2 การเลื่อนตำแหน่งหมายเลข 1 ไปทางซ้าย

3. WangchanBERTa

WangchanBERTa [5] คือแบบจำลองภาษาที่ถูกฝึกฝนด้วยข้อมูลขนาดใหญ่โดยเฉพาะสถาปัตยกรรม BERT ได้แสดงศักยภาพทางภาษาระดับสูง ในการใช้งานหลากหลายรูปแบบ (GLUE, SuperGLUE) เช่น จำแนกชนิดข้อความ (sentiment analysis และ text classification แบบอื่น), จำแนกชนิดคำในข้อความ (part-of-speech tagging และ named entity recognition), ตอบคำถาม (question answering), และการอนุมานทางภาษา (natural language inference)

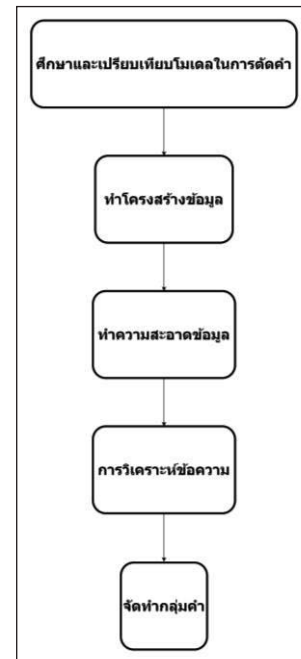
4. WorldCloud

รัตนดา ยามาเจริญ [6] ได้นำเสนอวิธีการวิเคราะห์คำค้นภาษาอังกฤษที่ผู้ใช้บริการใช้ค้นหาข้อมูลบน ระบบโอแพคของสำนักทรัพยากรการเรียนรู้คุณหญิงหลง อรรถกรวิสุนทรระหว่างเดือนมกราคม ถึง เดือนมีนาคม 2561 โดยการนำเทคนิคการทำเหมืองข้อความ (Text mining) ในรูปแบบ Word cloud มาใช้ในการวิเคราะห์ความถี่ของคำค้น (Keywords) และแสดงผลในรูปแบบ Visualization

ขั้นตอนการดำเนินการ

การสร้างระบบจัดกลุ่มคำอัตโนมัติจากอาการสำคัญเพื่อการทบทวนประวัติผู้ป่วยในการมาโรงพยาบาลสำหรับแพทย์ในรูปแบบแอปพลิเคชันที่ใช้ในการดูความถี่ของอาการสำคัญของคนที่เข้ามารับทำการรักษาโดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

1. Chief Complaint Over All 2. Chief Complaint by Clinic และ 3. Chief Complaint by HN มีขั้นตอนวิธีการดำเนินการดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ลำดับการทำงานของกระบวนการตัดคำ

การจัดทำ Pipeline ลำดับในการหาคำสำคัญของอาการสำคัญจากข้อมูลที่แพทย์ทำการตรวจจากผู้ป่วยนำข้อมูลที่ได้จากฐานข้อมูลมาทำการหาคำสำคัญในประโยคโดยมีขั้นตอนดังนี้

- ขั้นตอนในการตัดคำโดยมีโมเดลที่ใช้ในการตัดคำภาษาไทยอยู่หลากหลายในงานวิจัยเลือกมา 3 โมเดล คือ 1.Maximal Matching 2.Deepcut และ 3.WangchanBERTa แล้วทำการเปรียบเทียบโมเดลที่ทำงานได้เร็วที่สุดในการทำงาน โดยได้ทำการเปรียบเทียบโมเดลด้วยข้อมูลจำนวน 196 ประโยค โดยดูจากความเร็วในการทำงานได้ผลลัพธ์ดังตารางที่ 1

การพัฒนาบับจัดกลุ่มคำอัตโนมัติจากกราฟสำคัญ
เพื่อการทบทวนประวัติผู้ป่วยในการมาโรงพยาบาลได้เลือกโมเดล
Maximal Matching เพราะใช้เวลาในการทำงานน้อยที่สุดอยู่ที่
0.012 วินาที

- ผลการวิจัย**

ตัวอย่างหน้าจอแสดงผลในการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบของ
กลุ่มคำโดยแสดง 3 ส่วนคือ 1.Chief Complaint Over All
2.Chief Complaint by Clinic และ 3.Chief Complaint by HN
ดังรูปที่ 4, 5 และ 6 ตามลำดับ



ตารางที่ 2 ข้อมูลแสดงความถี่ของอาการสำคัญของ
เดือน มีนาคม 64

อาการ สำคัญ	ความถี่	อาการ สำคัญ	ความถี่	อาการ สำคัญ	ความถี่	อาการ สำคัญ	ความถี่
ปวด หลัง	60	คัน	19	ปวด	9	คันแดง คัน	5
ปวด เข่า	36	ปวดหัว	17	ไอ เสมหะ	8	น้ำมูกใส	4
ปวด ไหล่	33	ปวด ท้อง	14	ปวด ข้อมือ ซ้าย	6	หวัด	4
ไอ	31	น้ำมูก	11	บวม	6	ปวดคอ แขนขา	4

อาการ สำคัญ	ความถี่	อาการ สำคัญ	ความถี่	อาการ สำคัญ	ความถี่	อาการ สำคัญ	ความถี่
เจ็บคอ	29	ปวด ข้อมือ ขวา	10	ผื่นคัน	6	ข้อศอก บวม	4
ไข้	24	ปวด สะโพก	10	ปวดข้อ เท้า	6	ตุ่ม	4
ปวดคอ	24	อาเจียน	9	ปวดเอว	6	ปวดเท้า	4
ปวด ข้อมือ	4	เจ็บคอมือ ซ้าย	3	ปวด ต้นคอ	2	ปวด น่อง	2
ปวด ขา โครง	4	ข้อเท้า บวม ปวด	3	ตุ่ม คอแดง คัน	2	ไข้หวัด ใหญ่	2
ถ่าย เลือด	4	ปวด สะบัก	2	ปวดคอ แขน	2	ผื่น ข้อศอก	2
ปวดสัน เท้า	3	ผื่นข้อ พับแขน	2	ปวดตึง คอ	2	ปวดเอว ข้าง	2
ปวด บวม ตามข้อ	3	ปวด บวม นิ้วเท้า	2	ตุ่มริม ฝีปาก ล่าง	2	สะบัก	2
ผื่นหัว	3	ไอจน อาเจียน	2	ผื่นหน้า	2	น้ำมูก	2
เลือด กำเดา	3	น้ำมูก ลงคอ เหลือง	2	เจ็บลิ้น	2	ไอกรน	2
ปวดนิ้ว มือขวา	2	ปวดหัว เรื้อรัง	2	ปวดคัน ขา	2	ไข้ สมอง อักเสบ	2
เจ็บอก	2	น้ำมูก ลงคอ	2	คัน อักเสบ เอ	2	ปวด ตามข้อ	2
เจ็บชาย โครง	2	ถ่าย เหลว	2	อ่อน แรง แขนขา	2	หอบหืด	2
ปวดมือ	2	ผื่นมือ	2	ผื่นข้อ เท้า	2	น้ำมูก พุ่ง	2
จุกคอ	2	ไอ น้ำมูก ใส	2	เจ็บปาก	2	ปวดคัน คอ	2
ผื่น ผิวหนัง อักเสบ	2	ข้อบวม	2	ปวดนิ้ว มือ	2	ตุ่มท้าย ทอย	1
ตุ่มคอ	2	ผื่นตาม ตัว	2	ปวดร้าว ขา โครง	2	ตุ่มคัน	1
ผื่นตาม ทั้งตัว	1	ปวดขา มือขวา	1	อ่อนล้า	1	ตุ่มหัว	1

อาการ สำคัญ	ความถี่	อาการ สำคัญ	ความถี่	อาการ สำคัญ	ความถี่	อาการ สำคัญ	ความถี่
ปวดอก ชายจาก ด้านหลัง	1	ผื่นแดง คันแขน	1	ชาคอ	1	คอแข็ง	1
ปวด ใบหน้า ด้าน	1	ผื่นแดง คันทั่ว ตัว	1	ไอแห้ง	1	เคืองคอ	1
ปวด อกเสบ	1	ข้อมือ	1	มีไข้	1	เจ็บหู	1
ผื่นเสบ เอว	1	คอ	1	ผื่น ทั้งตัว	1	กระพุ้ง แก้ม	1
ข้อมือ ขวา	1	การบวม	1	เจ็บ หน้าอก	1	ไข้หวัด ใหญ่	1
หายใจ เหนื่อย	1	ปวดจี๊ด ตัว	1	ผื่นหน้า ข้าง	1	ทั่วตัว คอ	1
ผื่นคัน แขนขา	1	ตุ่มคัน หนังหัว	1	สะโพก	1	ตุ่มหัว หนา	1
ผื่นเท้า	1	ผื่นลอก เท้า	1	ตุ่มแดง คันตาม ตัว	1	สัง น้ำมูก	1
ตุ่มนิ้ว มือนี้ วาง ขวามือ	1	ผื่นคัน อวัยวะ เพศ	1	ปวดตึง	1	ตุ่มแข็ง นิ้วโป้ง เท้า	1
เสมหะ ในคอ	1	ปวด หลังเอว	1	คอโห ลัดคอ	1	ผื่นแขน	1
ปวดหู	1	ไข้สูง	1	ปวด ท้องน้อย	1	ปวด ทั้งตัว	1
ผื่นคันขา หนีบ	1	หนอง ในจมูก	1	เท้าบวม	1	บวม แขนขา	1
ตุ่มหู	1	ตุ่ม หน้าผาก	1	ผื่นคัน หัว	1	เส้น เลือด สมอง ตีบ	1
ปวดบ่า	1	ปวด เมื่อตัว	1	หอบ	1	ผื่นคัน หน้า	1
ตุ่มรอบ แก้ม	1	ตุ่มรอบ รูทวาร	1	อ่อนแรง	1	มือ	1
ปวดศอก	1	ฝีรูทวาร	1	ล้า	1	ปวด ท้องบิด	1
ตุ่มฝ่ามือ ฝ่าเท้า	1	ผื่นเวลา กิน อาหาร บางชนิด	1	เกร็ง	1	ผื่นแดง คันแขน ขา	1
ปวด ศีรษะ	1	บัสสาวะ เลือด	1	ปวด หน้าอก	1	ตุ่ม อวัยวะ เพศ	1

อาการสำคัญ	ความถี่	อาการสำคัญ	ความถี่	อาการสำคัญ	ความถี่	อาการสำคัญ	ความถี่
ปวด โหนก แก้ม	1	คุ่ม รักแร้	1	เจ็บ จมูก	1	คัน ขา หนีบ	1
เลือด กำ คาง ไหล	1	เป็น หวัด	1	ก้อน ข้อ พับ เข่า	1	ปวด หัว ไหล่	1
คัน หน้า ผาก	1	ปวด ตึง นิ้ว	1	ปวด อึด แน่น ท้อง	1	จมูก บวม	1
คัน แดง หน้า	1	อาเจียน เสมหะ	1	คุ่ม แขน	1	สะบัก ทั้งสอง ข้าง	1
คัน ตาม ข้าง	1	ปวด ร้าว	1	หน้า	1	คุ่ม แก้ม	1
ปวด ไหล่	1	คัน คัน ลำ ตัว	1	คัน แดง แสบ คัน มือ เท้า	1	แสบ คอ	1
คัน แดง ทั่ว ตัว	1	คัน คัน กลาง	1	ปวด หลัง เอว คัน ขา	1	ไฝ ริม ฝี ปาก	1
บึ้ง เลือด	1	คัน คัน มือ	1	ปวด หลัง หัว ไหล่	1	กว้าง	4
ปวด สับ ก	1	ท้าย ทอย	1	ปวด ท้าย ทอย	1		

ผลการวิเคราะห์อาการสำคัญจากข้อความของเดือนมีนาคม 2564 จำนวนคำอาการสำคัญที่พบทั้งหมดอยู่ที่ 195 คำ เจาะคำที่ไม่สามารถตีความได้อยู่ที่ 41 คำ และความถูกต้องของการวิเคราะห์คำอยู่ที่ 78.974 เปอร์เซนต์

สรุปผลจากการพัฒนาพบว่าอาการสำคัญของศูนย์ศรัทธาที่พบมากที่สุด 3 ลำดับในช่วงเดือนมีนาคม 2564 คืออาการปวดหลัง คิดเป็น 30.769 เปอร์เซนต์ รองลงมาคือ ปวดเข่า คิดเป็น 18.461 เปอร์เซนต์ และ ปวดไหล่ คิดเป็น 16.923 เปอร์เซนต์และ ในส่วนของความต้องการของผู้ใช้ได้ดำเนินการตามความต้องการของผู้ใช้ได้ครบถ้วนโดยมีความต้องการดังนี้ (1) แพทย์สามารถเข้าถึงข้อมูลสถิติคำสำคัญของอาการสำคัญของผู้ป่วยทั้งโรงพยาบาล (2) แพทย์สามารถเข้าถึงข้อมูลสถิติคำสำคัญของอาการสำคัญของผู้ป่วยโดยแยกตามคลินิก (3) แพทย์สามารถเข้าถึงข้อมูลสถิติคำสำคัญของอาการสำคัญของผู้ป่วยโดยแยกตามรหัสผู้ป่วย

อภิปรายผล

จากการพัฒนาระบบจัดกลุ่มคำอัตโนมัติจากอาการสำคัญเพื่อการทบทวนประวัติผู้ป่วยในการมาโรงพยาบาลพบว่าระบบจัดกลุ่มคำอัตโนมัติจากอาการสำคัญ เพื่อการทบทวนประวัติผู้ป่วยในการมาโรงพยาบาลสามารถช่วยให้แพทย์รู้ถึงจำนวนอาการสำคัญของตัวเองได้ ซึ่งทำให้บอกได้ว่าแพทย์คนนั้นคนไหนส่วนมากที่ทำการตรวจนั้นเป็นคนกลุ่มโรคอะไร และสามารถคาดการณ์การมาเข้ารับการรักษาของคนไข้ที่เคยได้มาเข้ารับการรักษาที่ทางศูนย์ศรัทธาพัฒนาว่าการมารักษามาด้วยอาการอะไร ทำให้ช่วยให้แพทย์วางแผนการรักษาได้ดีขึ้น

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยในอนาคต

เนื่องจากการทำคลังคำศัพท์ยังไม่สามารถทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างคำศัพท์ได้จึงทำให้ระบบในการตัดคำยังตัดคำได้ไม่ถูกต้องทั้งหมด จึงควรที่จะทำการเก็บคำศัพท์ในรูปแบบของคลังความรู้หรือออนโทโลยีเพื่อให้สามารถรับรู้ได้ถึงความสัมพันธ์กันระหว่างคำศัพท์ซึ่งจะทำให้ระบบตัดคำมีประสิทธิภาพมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] วิรัช ศรีเลิศล้ำาณิข. (2536). การตัดคำภาษาไทยในระบบแปลภาษา. กรุงเทพมหานคร : ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ. 50-55
- [2] Sanook guru.(2556).โปรแกรมตัดคำภาษาไทย (Thai Word Segmentation).สืบค้น 2 สิงหาคม 2564. จาก <https://guru.sanook.com/1530/>
- [3] วิภาดา ผาพันธุ์, และ อัญญา พิมพ์พิศาล. (2563). การพยากรณ์ทิศทางของราคาหุ้นรายวันจากข้อความข่าวภาษาไทยโดยใช้วิธีการประมวลผลภาษาธรรมชาติ. วารสารวิทยาศาสตร์ประยุกต์, 19(1), 59-79. doi:10.14416/j.appsci.2020.01.006
- [4] แอดมินโฮ โอน้อยออก. (2560). ตัดคำภาษาไทยโดยใช้ Deep learning (AI). สืบค้น 2 สิงหาคม 2564. จาก <https://www.patanasongsivilai.com/blog/tudkumthai/>
- [5] VISTEC-depa AI Research Institute of Thailand. (2564). WangchanBERTa โมเดลประมวลผลภาษาไทยที่ใหญ่และก้าวหน้าที่สุดในขณะนี้. สืบค้น 2 สิงหาคม 2564. จาก <https://medium.com/airesearch-in-th/wangchanberta-โมเดลประมวลผลภาษาไทยที่ใหญ่และก้าวหน้าที่สุดในขณะนี้-d920c27cd433>
- [6] รตนา ยามาเจริญ. (2562). การวิเคราะห์คำค้น ในรูปแบบ Word cloud เพื่อสนับสนุนงานบริการสารสนเทศของห้องสมุด (รายงานผลการวิจัย). สำนักทรัพยากรการเรียนรู้คุณหญิงหลง อรรถกระวีสุนทร, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่