

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องมือพัฒนาระบบสารสนเทศ
โดยการประยุกต์ใช้ออนโทโลยี

กิตติศักดิ์ แพเขียว

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาการคอมพิวเตอร์)
สาขาวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ประยุกต์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

พ.ศ.2567

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์
เรื่อง การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องมือพัฒนาระบบสารสนเทศ
โดยการประยุกต์ใช้ออนโทโลยี

นามผู้จัดทำโครงการ นายกิตติศักดิ์ แพเขียว
ได้พิจารณาเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของโครงงานด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์)
ของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

ลงชื่อ.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.ดร.ชยันต์ นันทวงศ์)

ลงชื่อ.....

(อาจารย์คณินณัฐ โชติพรสีมา)

หัวหน้าสาขาวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

กิตติกรรมประกาศ

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องมือพัฒนาระบบสารสนเทศโดยประยุกต์ใช้ออนโทโลยีสำเร็จได้ด้วยดี ผู้จัดทำขอขอบพระคุณ บุคคล และกลุ่มบุคคลต่าง ๆ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำช่วยเหลืออย่างดียิ่ง ทั้งในด้านวิชาการและด้านการดำเนินงาน รวมถึง ผศ.ดร.ชยันต์ นันทวงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัย ซึ่งได้ให้คำปรึกษา เสนอแนะ รวมไปถึงให้ความช่วยเหลือในการวิจัยให้ลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณคณะอาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้ คำแนะนำ ให้กำลังใจตลอดภาคการศึกษาที่ผ่านมา สุดท้ายนี้ขอขอบคุณเพื่อน ๆ ทุกคน ที่คอยถามไถ่ความคืบหน้าของงานวิจัยฉบับนี้ จนกระทั่งงานวิจัยนี้ออกมาสำเร็จไปได้ด้วยดี

กิตติศักดิ์ แพเขียว

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อสืบค้นข้อมูลโดยประยุกต์ใช้ออนโทโลยีให้มีประสิทธิภาพและรวดเร็วสูงสุด เนื่องจากออนโทโลยีถูกใช้งานทั่วโลก ผู้วิจัยจึงพัฒนาออนโทโลยีเพื่อเป็นองค์ความรู้ให้ผู้สืบค้น หาข้อมูลที่ต้องการบริโภค ให้สอดคล้องกับความต้องการมากที่สุด โดยการออกแบบออนโทโลยี เนื่องจากกาแฟมีความหลากหลายซับซ้อนจึงยากต่อความเข้าใจ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดการสร้างเว็บซีเมติกของกาแฟ ซึ่งข้อมูลของกาแฟประกอบไปด้วย สายพันธุ์กาแฟ กรรมวิธีการทำต้นกำเนิด ระดับความหวาน ระดับความเปรี้ยว ระดับการคั่ว ชื่อกาแฟ ราคา และเทคโนโลยีที่ได้นำวงล้อรสชาติกาแฟ มาวิเคราะห์ และออกแบบออนโทโลยี จากนั้นได้พัฒนาระบบสืบข้อมูลกาแฟในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชัน ต่อมาได้ทำการวิเคราะห์และออกแบบเทคนิควิธีในการประมวลผลข้อมูลเป็น 3 เทคนิควิธี เพื่อให้การใช้ภาษา Sparql ดึงข้อมูลจากออนโทโลยีมีประสิทธิภาพและความเร็วมากที่สุด

การใช้ออนโทโลยีไม่เพียงแต่ทำให้การประมวลผลข้อมูลมีความคล่องตัวเท่านั้น แต่ยังส่งเสริมระบบให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น นำไปสู่ผลลัพธ์ที่ดีขึ้น ออนโทโลยีช่วยให้เข้าใจถึงการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของข้อมูลได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ทำให้มีความแม่นยำและตรงกับความต้องการของผู้ใช้มากขึ้น จากผลการทดสอบ ความเร็วในการประมวลผลของทั้ง 3 เทคนิควิธี แสดงให้เห็นถึงความเร็วเมื่อเปรียบเทียบกับสูงถึง ร้อยละ 84.9 และจากการวัดประสิทธิภาพความแม่นยำด้วยดัชนี F-measure เมื่อเปรียบเทียบกับระบบการค้นหาที่ไม่ใช่ ontology มีความแม่นยำมากกว่าถึงร้อยละ 17

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
สารบัญแผนภูมิ	ช
บทที่ 1 บทนำ	
ความเป็นมาและปัญหา	1
ความสำคัญของปัญหา	2
วัตถุประสงค์	2
ขอบเขตการทำงาน	2
เทคโนโลยีที่ใช้ในการดำเนินการ	3
วิธีการดำเนินการ	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
ผลที่คาดว่าจะได้รับ	4
แผนการดำเนินการ	5
บทที่ 2 ทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง	
ออนโทโลยี	6
Protégé	8
Coffee Taster's Flavor Wheel	9
Python	10
RDFlib library	10
FastAPI framework	10
Laravel framework	10
Apache Jena Fuseki	11
SPARQL Wrapper library	11
สรุปรายละเอียดบทความงานวิจัย	11

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการ	
การเตรียมข้อมูลและรวบรวมข้อมูลกาแฟ	15
การวิเคราะห์และออกแบบออนโทโลยีกาแฟ	15
การออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบ	18
การออกแบบหน้าจอผู้ใช้	19
การวิเคราะห์และออกแบบเทคนิควิธีสำหรับระบบในการประมวลผลข้อมูลจากออนโทโลยีกาแฟ	22
บทที่ 4 ผลการดำเนินการ	
การทำงานของระบบ	24
การวัดประสิทธิภาพ	27
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	
อภิปรายและสรุปผลการดำเนินการ	30
ข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนา	31

สารบัญตาราง

	หน้า
บทที่ 2 ทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง	
ตารางที่ 2.1 สรุปรายละเอียดบทความงานวิจัย เรื่อง [3] ระบบแนะนำแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติอำเภอเขาค้อด้วยหลักการออนโทโลยี ฐานาณัติ นิธิวิทย์(2563)	12
ตารางที่ 2.2 สรุปรายละเอียดบทความงานวิจัย เรื่อง [4] การพัฒนาออนโทโลยีสำหรับธุรกิจขายภาพออนไลน์ สุชนันท์ อ้นถาวร (2560)	12
ตารางที่ 2.3 สรุปรายละเอียดบทความงานวิจัย เรื่อง [5] การพัฒนาฐานความรู้ออนโทโลยีสำหรับภาษาชนเผ่าแหล่งโบราณคดีบ้านเชียงจังหวัดอุดรธานี ราชวิทย์ ทิพย์เสนา(2561)	13
ตารางที่ 2.4 สรุปรายละเอียดบทความงานวิจัย เรื่อง [6] การพัฒนาออนโทโลยีความรู้ด้านผ้าล้านนา วรราชพร อารยะพันธ์ และพัชรา พนมมิตร(2562)	13
ตารางที่ 2.5 สรุปรายละเอียดบทความงานวิจัย เรื่อง [7] การพัฒนาออนโทโลยีสำหรับสืบค้นลวดลายตะกร้าเชือกฟางแบบเมทริกซ์ สุรินทร์ อุ่นแสน และเศรษฐพงศ์ วงษ์อินทร์ (2563)	14
ตารางที่ 2.6 สรุปรายละเอียดบทความงานวิจัย เรื่อง [8] An ontological data model for points of interest (POI) in a cultural heritage site Babak Ranjgar, Abolghasem Sadeghi-Niaraki, Maryam Shakeri and Soo-Mi Choi (2565)	14
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการ	
ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างข้อมูลกาแฟที่ใช้ในโครงการ	15
ตารางที่ 3.2 รายละเอียด Data Property ของ Instance กาแฟแต่ละชนิด ใน Class Coffee	16
ตารางที่ 3.3 รายละเอียด Data Property ที่อยู่ใน Object Property ของ Instance กาแฟแต่ละชนิดใน Class Coffee	17
บทที่ 4 ผลการดำเนินการ	
ตารางที่ 4.1 : ผลการทดสอบ Query ของทั้งสามเทคนิค	27
ตารางที่ 4.2 : การเปรียบเทียบระบบที่ใช้ออนโทโลยีกับระบบที่ไม่ใช้ออนโทโลยี โดยใช้ดัชนีการวัดค่า F - Measure	29

สารบัญภาพ

	หน้า
บทที่ 2 ทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง	
ภาพที่ 2.1 ตัวอย่างหน้าจอโปรแกรม Protégé	8
ภาพที่ 2.2 วงล้อรสชาติของผู้ชิมกาแฟ (Coffee Taster's Flavor Wheel) (ที่มา: notbadcoffee, 2016)	9
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการ	
ภาพที่ 3.1 เพิ่มข้อมูลกาแฟลงใน ออนโทโลยีกาแฟ (coffee.owl)	15
ภาพที่ 3.2 Class ทั้งหมดในออนโทโลยีกาแฟ (coffee.owl)	16
ภาพที่ 3.3 ตัวอย่าง Instance กาแฟ Brazil Santos ในออนโทโลยีกาแฟ (coffee.owl)	18
ภาพที่ 3.4 สถาปัตยกรรมของระบบสืบค้นข้อมูลกาแฟ OwlCoffee	18
ภาพที่ 3.5 หน้าแรกของระบบ	19
ภาพที่ 3.6 หน้าเข้าสู่ระบบ (Login)	20
ภาพที่ 3.7 หน้าสมัครสมาชิก (Register)	20
ภาพที่ 3.8 หน้าค้นหาข้อมูลสินค้า	21
ภาพที่ 3.9.1 โมเดลเทคนิควิธีการที่ 1 ใช้ภาษา Python ร่วมกับ FastAPI เฟรมเวิร์ค	22
ภาพที่ 3.9.2 โมเดลเทคนิควิธีการที่ 2 ใช้ภาษา PHP ร่วมกับ Laravel เฟรมเวิร์ค และ Sparql Endpoint	22
ภาพที่ 3.9.3 โมเดลเทคนิควิธีการที่ 3 ใช้ภาษา Python ร่วมกับ FastAPI เฟรมเวิร์ค และ Sparql Endpoint	23
ภาพที่ 3.9.4 โมเดลภาพรวมทั้ง 3 เทคนิควิธีการในการออกแบบระบบสารสนเทศ เพื่อค้นหาข้อมูลจากออนโทโลยี	23
บทที่ 4 ผลการดำเนินการ	
ภาพที่ 4.1 หน้าแรกของระบบ OwlCoffee	24
ภาพที่ 4.2 หน้าเข้าสู่ระบบของระบบ OwlCoffee	24
ภาพที่ 4.3 หน้าสมัครสมาชิกของระบบ OwlCoffee	25
ภาพที่ 4.4 หน้าสินค้าเมื่อผู้ใช้เข้าสู่ระบบแล้วของระบบ OwlCoffee	25
ภาพที่ 4.5 หน้าค้นหาข้อมูลกาแฟของระบบ OwlCoffee	26
ภาพที่ 4.6 หน้ารายละเอียดของสินค้าของระบบ OwlCoffee	26

สารบัญแผนภูมิ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	
แผนภูมิที่ 1.1 แผนการดำเนินงานในรูปแบบแผนภูมิแกนต์	5
บทที่ 4 ผลการดำเนินการ	
แผนภูมิที่ 4.1 ผลการทดสอบความเร็วในกระบวนการสืบค้นข้อมูลในรูปแบบแผนภูมิแท่ง	25
แผนภูมิที่ 4.2 ผลการทดสอบความเร็วในกระบวนการสืบค้นข้อมูลในรูปแบบแผนภูมิเชิงเส้น	26

บทที่ 1

บทนำ

ชื่อภาษาไทย : การเปรียบเทียบประสิทธิผลของเครื่องมือพัฒนาระบบสารสนเทศ
โดยการประยุกต์ใช้ออนโทโลยี

ชื่อภาษาอังกฤษ : A Comparison of the effectiveness of Ontology-driven Information
System development tools

ผู้จัดทำ : นายกิตติศักดิ์ แพเขียว รหัสนักศึกษา 62113532011

อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.ชยันต์ นันทวงศ์

ความเป็นมาและปัญหา

ออนโทโลยีเป็นการแสดงโครงสร้างของแนวคิดที่บรรยายขอบเขตของความรู้เกี่ยวกับเรื่องใด ๆ ออนโทโลยีประกอบด้วยนิยามความหมายหรือแนวคิด (Concepts) ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในการสร้างฐานความรู้ แนวคิดเหล่านี้จัดเรียงอยู่ในลำดับชั้นของการถ่ายทอดความสัมพันธ์ (Relationships) และมีคุณสมบัติเฉพาะ (Properties) [1].

เว็บซีเมติก (Semantic Web) ซึ่งถูกใช้ในคำศัพท์ของเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ในส่วนของเว็บซีเมติก ออนโทโลยี หมายถึงโครงสร้างและรูปแบบของข้อมูลที่ถูกใช้ในการแสดงความหมายของข้อมูลบนเว็บ เปรียบเสมือนกับฐานข้อมูลของความรู้ที่ถูกสร้างขึ้นในรูปแบบของโครงสร้างต่าง ๆ ออนโทโลยีในเว็บซีเมติก ช่วยให้คอมพิวเตอร์สามารถเข้าใจและประมวลผลข้อมูลได้มากขึ้น โดยใช้โครงสร้างแบบซีเมติกเพื่อให้เครื่องมือสามารถเข้าใจความหมายและความสัมพันธ์ของข้อมูล เว็บซีเมติกสามารถทำให้เครื่องมือเข้าใจคำถามจากผู้ใช้, เชื่อมโยงข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ และประมวลผลข้อมูลในลักษณะที่มีความหมาย ออนโทโลยีในเว็บซีเมติกมีโครงสร้างของข้อมูลที่ถูกสร้างขึ้นในรูปแบบที่เข้าใจได้โดยทั้งคนและคอมพิวเตอร์ มันเปรียบเสมือนกับศาสตร์การแสดงความหมายของข้อมูล ทำให้เครื่องมือสามารถทำงานร่วมกับข้อมูลในรูปแบบที่มีความหมาย

ปัจจุบันการเพิ่มขึ้นของข้อมูลมากขึ้น จึงประสบปัญหาเนื่องจากมีจำนวนข้อมูลมากเกินไปเกินกว่าความสามารถในการตีความของผู้ใช้ การค้นหาด้วย คำหลัก (Keyword) โดยทั่วไปแล้ว เครื่องมือที่ใช้การค้นหาไม่สามารถทำความเข้าใจความเกี่ยวข้องกันของข้อมูล หรือประมวลผลความหมายได้อย่างตรงความต้องการของผู้ใช้ได้ ออนโทโลยีถูกใช้ในงานหลากหลายด้าน ไม่ว่าจะเป็น การแพทย์, การศึกษา, การเกษตร, วัฒนธรรม, ภูมิปัญญา ส่วนใหญ่ในงานที่มีความซับซ้อน และหลากหลายของความหมายในข้อมูลสูง เพื่อให้คอมพิวเตอร์ เข้าใจในความหมายและแสดงผลข้อมูลออกมาได้ตรงกับความต้องการของผู้ส่งสาร และผู้รับสารที่สุด ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดการสร้าง เว็บซีเมติกโดยการประยุกต์ใช้ออนโทโลยี

ให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด เนื่องจากออนโทโลยีส่วนใหญ่ใช้ในงานที่มีความซับซ้อนผู้วิจัยจึงมีความสนใจในข้อมูลกาแฟ เนื่องจากกาแฟในการเลือกและหาข้อมูลกาแฟ ผู้บริโภคที่มีความชื่นชอบในรสชาติที่แตกต่างกัน แต่ไม่มีความรู้ไม่มากพอในการเลือกซื้อ เพราะกาแฟเป็นเครื่องดื่มที่มีกลิ่นเป็นเอกลักษณ์ และรสชาติที่หลากหลาย แต่เมื่อข้อมูลในฐานะข้อมูลออนโทโลยีกาแฟมากขึ้น การสืบค้นข้อมูลจะมีความเร็วที่ช้าลง ผู้วิจัยเล็งเห็นถึงปัญหาและได้ออกแบบเทคนิควิธี และเครื่องมือ ที่ใช้ในการสืบค้นข้อมูลกาแฟ และทำการทดสอบ เพื่อให้การสืบค้นมีประสิทธิภาพ และความเร็วสูงที่สุด

ออนโทโลยี แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคำเป็นแนวทางการจัดการความรู้ กลุ่มความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกับการใช้คำจำกัดความเพื่อสร้างตัวแทนแนวคิดหรือความรู้ที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อเฉพาะ สิ่งนี้สร้างความเชื่อมโยงระหว่างคำศัพท์ คำอธิบาย ความหมาย และคุณลักษณะ ซึ่งอำนวยความสะดวกในการแสดงออกของความสัมพันธ์ ความสามารถของเทคโนโลยีนี้ช่วยเพิ่มความแม่นยำในการเรียกข้อมูลโดยการสร้างคำพ้องความหมาย (Synonym) ในบางกรณี (Instance) นอกจากนี้ยังรวมถึงการให้คำจำกัดความที่เกี่ยวข้องกับรสชาติของกาแฟโดยอ้างอิงวงล้อรสชาติของนักชิมกาแฟ (Coffee Taster's Flavor Wheel) [13]

ผู้วิจัยมีความสนใจในกาแฟ จึงเลือกแนวทางการสำรวจที่เกี่ยวข้องกับการใช้ข้อมูลกาแฟเป็นตัวอย่างในการออกแบบออนโทโลยี และพัฒนาเป็นระบบสืบค้นข้อมูลกาแฟโดยประยุกต์ใช้ออนโทโลยี ต่อมาได้นำระบบที่พัฒนาแล้วไปใช้เทคนิคที่หลากหลายเพื่อการประเมินที่เข้มงวด วัตถุประสงค์สูงสุดคือเปรียบเทียบประสิทธิภาพที่มากที่สุด โดยใช้เทคนิควิธีและเครื่องมือที่ดีที่สุดในกระบวนการสืบค้นข้อมูล และทดสอบประสิทธิภาพของระบบ

ความสำคัญของปัญหา

1. ความล่าช้าในกระบวนการสืบค้นข้อมูล
2. ไม่มีระบบแนะนำกาแฟ และเมล็ดกาแฟที่สามารถสืบค้นได้อย่างหลากหลาย

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศโดยประยุกต์ใช้ออนโทโลยี
2. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในกระบวนการสืบค้นข้อมูล โดยใช้วิธีการและเครื่องมือที่ดีที่สุดในกระบวนการสืบค้นข้อมูล
3. ทดสอบประสิทธิภาพของระบบ
4. เพื่อให้การค้นหาข้อมูลกาแฟตรงกับความต้องการของผู้ใช้มากที่สุด

ขอบเขตการทำงาน

1. ผู้จัดทำ
 - 1.1 ผู้จัดทำนำข้อมูลความรู้ที่รวบรวมมาออกแบบออนโทโลยีกาแฟ และใช้โปรแกรม Protégé ในการออกแบบออนโทโลยีกาแฟ โดย ออนโทโลยีจะประกอบไปด้วย Class Instances, Object Property และ Data Property ของกาแฟ

- 1.2 ระบบจะเรียกใช้ออนโทโลยีที่พัฒนาขึ้น โดยแสดงเมล็ดกาแฟให้ผู้ใช้เลือกตามความต้องการ
- 1.3 ค้นหาวิธีการและเครื่องมือในกระบวนการสืบค้นข้อมูลที่มีประสิทธิภาพและเร็วที่สุด
- 1.4 เปรียบเทียบประสิทธิภาพในกระบวนการสืบค้นข้อมูล โดยใช้วิธีการและเครื่องมือที่ดีที่สุด ในกระบวนการสืบค้นข้อมูล
- 1.5 ทดสอบประสิทธิภาพของระบบ

2. ผู้ใช้

- 2.1 เมื่อผู้ใช้ทำการเข้าสู่เว็บไซต์ จะมีช่องค้นหาให้ผู้ใช้สามารถกรอกความต้องการหรือชื่อเมล็ดกาแฟที่ต้องการ
- 2.2 เมื่อผู้ใช้ทำการค้นหา ระบบจะทำการสืบค้นข้อมูลจากสิ่งที่ผู้ใช้งานได้ทำการเลือกผลิตภัณฑ์กาแฟให้ตรงกับความต้องการที่ผู้ใช้งานได้เลือก
- 2.3 เมื่อผู้ใช้ทำการกรอกข้อมูลความต้องการแล้วระบบจะทำการค้นหาข้อมูลกาแฟให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้
- 2.4 เมื่อพบคุณสมบัติที่สอดคล้องกับที่ผู้ใช้ค้นหา ระบบจะแสดงรายการผลิตภัณฑ์ เช่น ภาพกาแฟ พันธุ์กาแฟ สถานที่ในการปลูก ระดับการคั่ว และเทสโน้ตกาแฟที่สอดคล้องและใกล้เคียงกับความต้องการให้แก่ผู้ใช้

เทคโนโลยีที่ใช้ในการดำเนินการ

1. ฮาร์ดแวร์
 - หน่วยประมวลผลกลาง Core i5 12600
 - หน่วยความจำหลัก ความจุ 16GB
 - หน่วยความจำสำรอง ความจุ 1TB
 - จอแสดงผล ขนาด 23.8 นิ้ว สัดส่วน 16:9
2. ซอฟต์แวร์
 - ระบบปฏิบัติการ Windows 11 Home 64-bit
 - โปรแกรม Vscode ใช้สำหรับพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันด้วยภาษา HTML, PHP, Python และ Java script
 - Django Framework ใช้สำหรับเป็นเฟรมเวิร์คของระบบเพื่อการทดสอบ
 - FastAPI Framework ใช้สำหรับเป็นเฟรมเวิร์คของระบบเพื่อการทดสอบ
 - Laravel Framework ใช้สำหรับเป็นเฟรมเวิร์คของระบบเพื่อการทดสอบ
 - Bootstrap 5 ใช้สำหรับออกแบบและตกแต่งเว็บไซต์
 - Protégé 5.5.0 ใช้สำหรับออกแบบออนโทโลยี
 - Google Chrome ใช้สำหรับทดสอบและแสดงผลระบบที่พัฒนาขึ้น
 - Apache Jena Fuseki Server ใช้สำหรับสร้าง Sparql endpoint

วิธีการดำเนินการ

1. ศึกษาและวิเคราะห์เกี่ยวกับวิธีการดำเนินการ ของระบบสารสนเทศแนะนำข้อมูลกาแฟ โดยประยุกต์ใช้ออนโทโลยีในการศึกษาหาข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต หนังสือ สอบถามร้านกาแฟ ในจังหวัดนครสวรรค์ และบทความงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จากนั้นหาความต้องการของระบบว่ามีอะไรบ้างในด้านผู้จัดทำและผู้ใช้
2. กำหนดวัตถุประสงค์ที่วิเคราะห์ได้จากข้อมูลที่รวบรวมมา เพื่อจัดทำงานวิจัยเรื่องการเปรียบเทียบ ประสิทธิภาพของเครื่องมือพัฒนาระบบสารสนเทศโดยการประยุกต์ใช้ออนโทโลยี
3. นำข้อมูลที่ได้มาจากการศึกษา เพื่อพิจารณาขอบเขตและระบุหน้าต่าง ๆ ของระบบโดยพิจารณาจากทางเลือกที่เหมาะสมกับการแก้ปัญหาได้จริงเพื่อดำเนินการวิเคราะห์และออกแบบ
4. ศึกษาโปรแกรมและภาษาในการพัฒนาที่ ออกแบบระบบให้ใช้งานได้จริง
5. วิเคราะห์และออกแบบเทคนิควิธี และเครื่องมือในกระบวนการสืบค้นข้อมูลที่มีประสิทธิภาพ
6. ดำเนินการทดสอบระบบ ตรวจสอบความถูกต้อง และแก้ไขข้อผิดพลาดของระบบที่พัฒนาขึ้น
7. เปรียบเทียบประสิทธิภาพในกระบวนการสืบค้นข้อมูล โดยใช้วิธีการและเครื่องมือที่ดีที่สุด ในกระบวนการสืบค้นข้อมูล
8. สรุปผลการทำงานของระบบทั้งหมด
9. เปรียบเทียบการสืบค้นข้อมูลกับระบบที่ไม่ได้ใช้ออนโทโลยีด้วย F-measure
10. อภิปรายผล

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

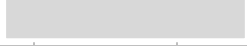
1. ช่วยให้สนใจจะพัฒนาระบบโดยประยุกต์ใช้ออนโทโลยีสามารถเลือกเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพที่สุดได้
2. ช่วยให้ระบบมีความแม่นยำในการสืบค้นเพิ่มขึ้น
3. ช่วยเป็นข้อมูลองค์ความรู้เรื่องกาแฟให้กับผู้บริโภค
4. ช่วยให้ผู้บริโภคได้ข้อมูลกาแฟที่ใกล้เคียงกับความต้องการของตนเองมากที่สุด
5. ลดความยุ่งยากในการค้นคว้าข้อมูลกาแฟ
6. เป็นข้อมูลองค์ความรู้เรื่องกาแฟที่ถูกต้องและสามารถนำไปพัฒนาต่อ

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ผลการเปรียบเทียบเครื่องมือ เทคนิควิธี และระบบที่ถูกพัฒนาขึ้น
2. ระบบสารสนเทศแนะนำข้อมูลกาแฟ ให้บริการผ่าน web application
3. ระบบที่สามารถสืบค้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

แผนการดำเนินการ

ระยะเวลาดำเนินการแต่ละขั้นตอน แสดงให้เห็นในรูปแบบแผนภูมิแกนต์ ประกอบด้วยระยะเวลาตามแผนงานและระยะเวลาดำเนินการจริง

	มิถุนายน 66	กรกฎาคม 66	สิงหาคม 66	กันยายน 66	ตุลาคม 66	พฤศจิกายน 66	ธันวาคม 66	มกราคม 67
ศึกษาและวิเคราะห์ วิธีดำเนินงาน								
								
รวบรวมข้อมูล								
								
ออกแบบและพัฒนา ระบบ								
								
วิเคราะห์ระบบ								
								
ทดสอบระบบ								
								
สรุปผล								
								
จัดทำเอกสาร								
								



แทนระยะเวลาตามแผนงาน



แทนระยะเวลาดำเนินงานจริง

แผนภูมิที่ 1.1 แผนการดำเนินงานในรูปแบบแผนภูมิแกนต์

บทที่ 2

ทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ทบทวนวรรณกรรมทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาระบบสารสนเทศแนะนำข้อมูลกาแฟ ซึ่งประกอบไปด้วยรายละเอียดดังต่อไปนี้

- ออนโทโลยี
- Protégé
- Coffee Taster's Flavor Wheel
- Python
- RDFlib library
- FastAPI framework
- Laravel framework
- Apache Jena Fuseki
- SPARQL Wrapper library

ออนโทโลยี

“ออนโทโลยี” ได้มีการให้ความหมายคือการให้นิยามสำหรับสิ่งที่เราสนใจที่ประกอบด้วยแนวคิด คุณลักษณะของแนวคิด และความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิด ภายในขอบเขตที่กำหนดซึ่งเป็นมุมมองระดับแนวคิด [1] ออนโทโลยีจำเป็นต่อการสร้างเว็บไซต์เชิงความหมาย

ออนโทโลยีมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาเว็บไซต์เชิงความหมายและได้ถูกพัฒนาเป็นแอปพลิเคชันต่าง ๆ เช่น ด้านการท่องเที่ยว [3] งานวิจัยนี้ได้ศึกษารวบรวมข้อมูลด้านการท่องเที่ยว และพัฒนาออนโทโลยีด้านการท่องเที่ยว โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อออกแบบและพัฒนาออนโทโลยีสำหรับสืบค้นข้อมูลด้านแหล่งท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมในประเทศไทย โดยการใช้ภาษา SPARQL ในการสอบถามข้อมูลเชิงความหมายจากฐานข้อมูลออนโทโลยี SPARQL เป็นภาษาสอบถามมาตรฐานที่ใช้สำหรับ RDF และ OWL ซึ่งทำให้สามารถเข้าถึงและจัดการข้อมูลเชิงความหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังมียานวิจัยที่สร้างออนโทโลยีสำหรับธุรกิจขายภาพออนไลน์ [4] เนื่องจากมีความหลากหลายในตัวเลือกการสืบค้นด้วยคำหลัก (Keyword) หรือเป็นการสืบค้นด้วยรายละเอียดของรูปภาพ โดยผู้ใช้งานจำเป็นต้องระบุคุณสมบัติของรูปภาพ เช่น สี พื้นผิว รูปทรง ที่ปรากฏในรูปภาพ ในการสืบค้น

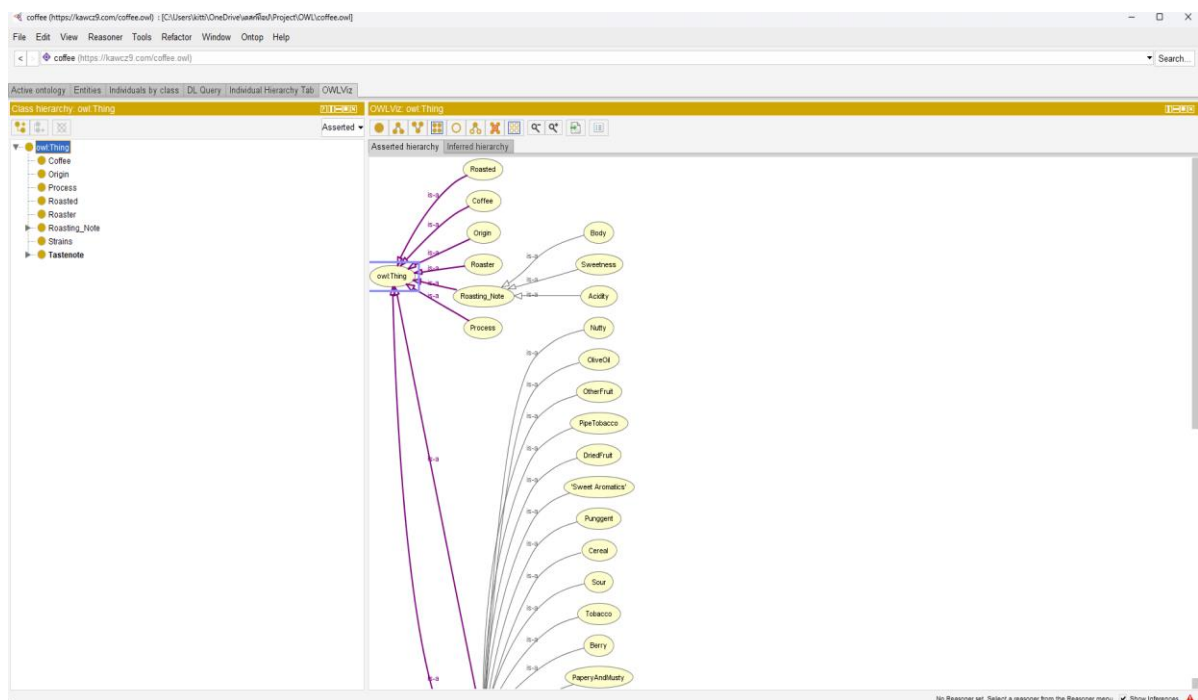
ในด้านโบราณคดีและภูมิปัญญาท้องถิ่น มียานวิจัยที่มุ่งเน้นการพัฒนาออนโทโลยีสำหรับเครื่องปั้นดินเผาที่บ้านเชียง จังหวัดอุดรธานี ประเทศไทย [5] ด้วยความก้าวหน้าของเทคโนโลยีและสารสนเทศในปัจจุบัน การจัดเก็บข้อมูลในฐานข้อมูลจึงถือว่าไม่เพียงพอ นักวิจัยได้รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องปั้นดินเผาที่บ้านเชียงซึ่งนำไปสู่การออกแบบและพัฒนา ออนโทโลยี ที่ครอบคลุมสำหรับเครื่องปั้นดินเผาได้อย่างมีประสิทธิภาพ หรือว่าจะเป็น [6] ได้พัฒนาออนโทโลยีความรู้ด้านผ้าล้านนา เนื่องจากบรรณารักษ์และเจ้าหน้าที่ ผู้ให้บริการในแหล่งสารสนเทศด้านผ้าล้านนาประสบปัญหาด้านการวิเคราะห์และจัดระเบียบทรัพยากรสารสนเทศด้านผ้าล้านนา เนื่องจากไม่ครอบคลุมเนื้อหาความรู้ด้านผ้าล้านนา พบปัญหาด้านการสืบค้น

โดยเฉพาะคำศัพท์ เทคนิคด้านผ้าล่านนา เนื่องจากมีคำเรียกที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่และยังมิงงานวิจัย [7] ได้มีการพัฒนาออนโทโลยีสำหรับสืบค้นลวดลายตะกร้าเชือกฟางแบบเมทริกซ์ จากการศึกษาพื้นที่บ้านคลองบางสิงห์ ตำบลสวนพริกไทย อำเภอเมืองปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี พบว่าแต่เดิมประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรมส่งผลให้มีรายได้ไม่แน่นอน ดังนั้นจึงรวมกลุ่มกันหารายได้เสริม ผลิตภัณฑ์ที่โดดเด่นของชุมชนคือตะกร้าเชือกฟาง จากการศึกษาดังกล่าวข้างต้นจึงได้ออกแบบออนโทโลยี โดยใช้ข้อมูลลวดลายตะกร้าเชือกฟางของกลุ่มอาชีพบ้านคลองบางสิงห์ และได้นำองค์ความรู้เกี่ยวกับลวดลายตะกร้าเชือกฟางที่จัดเก็บแบบเมทริกซ์ (Metrix) มาจัดทำเป็นออนโทโลยี ออนโทโลยีที่สร้างขึ้น มีความครอบคลุมมีความหมาย และได้นำออนโทโลยีไปทำการทดสอบการป้อนข้อมูลโดยใช้เว็บเชิงความหมายในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชัน ซึ่งจัดเก็บโดยการใช้ตัวเลขแทนสีของเชือกฟางแทนการเก็บรูปภาพ ช่วยให้ลดพื้นที่จัดเก็บและเพิ่มประสิทธิภาพในการค้นหาให้มีความรวดเร็วขึ้น และมีงานวิจัยในต่างประเทศที่ได้พัฒนา [8] ออนโทโลยีสำหรับจุดสนใจ (POI) ในแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมในสิบกว่าทศวรรษที่ผ่านมา ทั่วโลกมีความพยายามในการรวบรวมและประสานข้อมูลมรดกทางวัฒนธรรมผ่านเทคโนโลยีเว็บเชิงความหมาย โดยเฉพาะออนโทโลยี มรดกทางวัฒนธรรม (Cultural Heritage - CH) สะท้อนถึงประวัติศาสตร์ของสังคมและประเพณีของมัน และมันถูกจัดการเป็นหน่วยความทรงจำ และเอกลักษณ์ของชาติ มรดกทางวัฒนธรรมมีเนื้อหาที่หลากหลายแตกต่างกันในแต่ละประเภท และมีคุณสมบัติที่มากมาย รวมถึงการเชื่อมโยงความหมายที่หลากหลาย นำมาซึ่งความท้าทายในการเผยแพร่ และสืบค้นข้อมูลมรดกทางวัฒนธรรม งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างโมเดลข้อมูลที่สามารถรวมความหมายทางพื้นที่เข้ากับข้อมูลมรดก ซึ่งจะช่วยให้ผู้ใช้สามารถสำรวจข้อมูลที่ต้องการเกี่ยวกับสถานที่ตามที่เราต้องการได้อิสระ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถสำรวจข้อมูลมรดกทางวัฒนธรรมได้อย่างมีความสะดวก และเป็นประโยชน์ในสถานที่มรดกต่าง ๆ งานวิจัยนี้ได้ใช้ Protégé ในการพัฒนาและ Apache Jena Fuseki เพื่อสร้าง triple store และ SPARQL endpoint server เพื่อจัดเก็บและสืบค้นข้อมูลทาง semantic โดยใช้ SPARQL query language โดยทั้งนี้ Apache Jena Fuseki เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการกับ Linked Data และระบบ Semantic Web โดยใช้ triple store ในการเก็บข้อมูลและ SPARQL endpoint server เพื่อให้ผู้ใช้สามารถสอบถามข้อมูลในรูปแบบของ SPARQL query การใช้โมเดลออนโทโลยีนี้ ช่วยลดความผิดพลาดในข้อมูลและทำให้ผู้เยี่ยมชมสถานที่ที่สามารถสำรวจสถานที่ตามความสนใจของพวกเขาได้อิสระ

Protégé

Protégé เป็นโปรแกรมซอฟต์แวร์ที่ใช้สร้างและจัดการกับระบบองค์ความรู้ (Knowledge Base) โดยมักนิยมใช้ในงานที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาและจัดการกับระบบองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับสาขา ด้านปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) และเว็บซีเมติก (Semantic Web) Protégé มีบทบาทสำคัญ ในการสร้างและแก้ไขตัวแทนองค์ความรู้ในรูปแบบของกราฟ (Graph) หรือตาราง (Table) โดยใช้ภาษา และรูปแบบต่าง ๆ ที่ถูกกำหนดไว้ในด้านทฤษฎีองค์ความรู้ เช่น RDF (Resource Description Framework) หรือ OWL (Web Ontology Language) [9]

การใช้ Protégé มักจะเกี่ยวข้องกับการสร้างและจัดการกับองค์ความรู้ที่มีโครงสร้างซับซ้อน หรือสร้างระบบองค์ความรู้ที่ใหญ่และซับซ้อนในการทำงานต่าง ๆ เช่นระบบจัดการความรู้ทางการแพทย์ ระบบจัดการความรู้ทางธุรกิจ หรือระบบจัดการความรู้ในงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



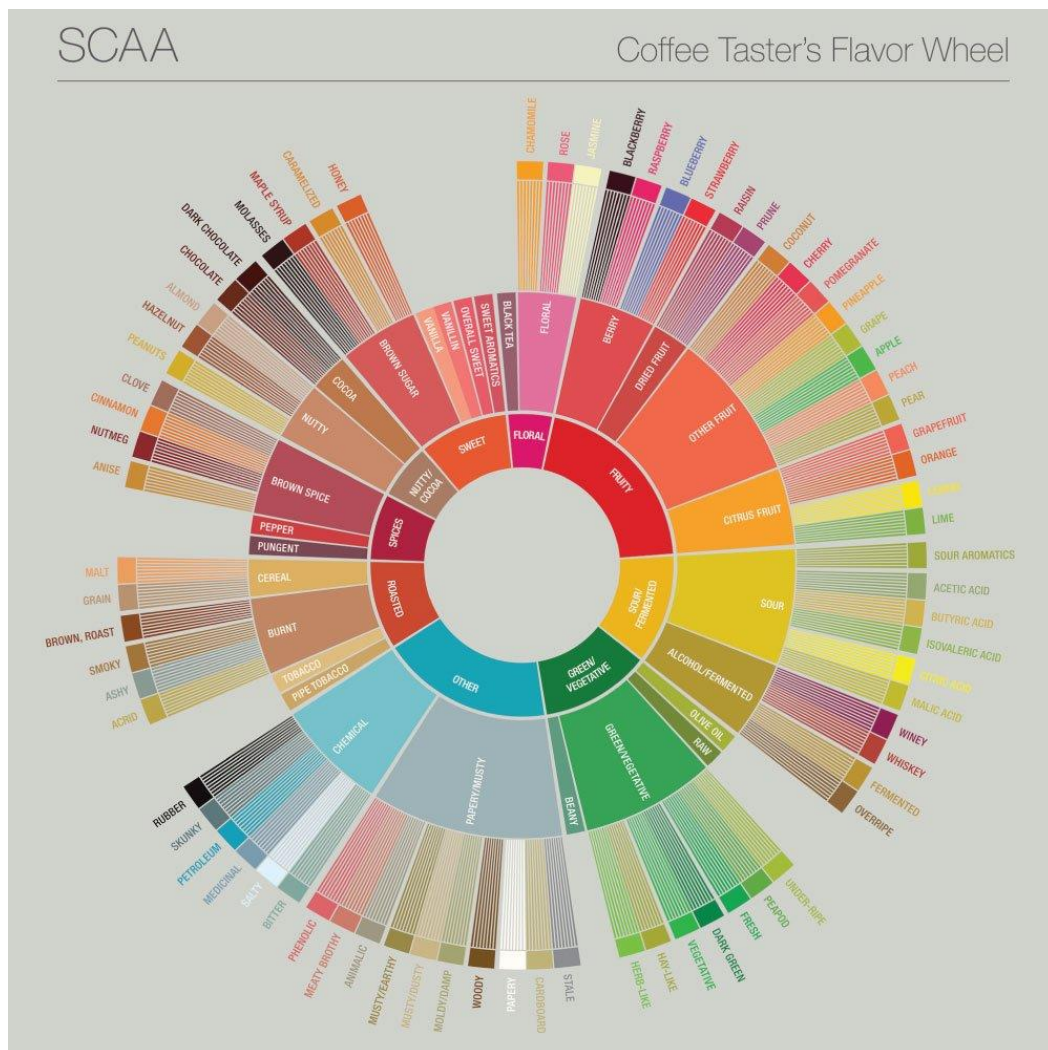
ภาพที่ 2.1 ตัวอย่างหน้าจอโปรแกรม Protégé

Coffee Taster's Flavor Wheel

Coffee Taster's Flavor Wheel หรือ "วงล้อรสชาติของผู้ชิมกาแฟ" เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการบรรยายและบ่งบอกถึงลักษณะรสชาติและกลิ่นของกาแฟที่ได้จากกระบวนการชงและเตรียมกาแฟต่าง ๆ ตลอดจากเมล็ดกาแฟไปจนถึงน้ำที่ใช้ชงกาแฟนั้น ๆ

วงล้อรสชาติของผู้ชิมกาแฟมีลักษณะเป็นวงล้อที่แบ่งแยกลักษณะต่าง ๆ ของกาแฟออกเป็นหลาย ๆ ส่วน จุดประสงค์ของมันคือเพื่อช่วยให้ผู้ชิมกาแฟสามารถบรรยายและทำความเข้าใจถึงคุณลักษณะต่าง ๆ ของกาแฟได้อย่างชัดเจน วงล้อมีลักษณะทั้งในด้านรสชาติและกลิ่น ซึ่งช่วยให้ผู้ชิมสามารถบอกถึงลักษณะต่าง ๆ เช่น กลิ่นผลไม้, โคล่า, หรือถั่ว และมีระดับความเข้มข้นของรสชาติที่แตกต่างกันไป

วงล้อรสชาติของผู้ชิมกาแฟมักถูกพัฒนาขึ้นโดยชุมชนผู้ชิมกาแฟร่วมมือกัน เพื่อให้มีภาพรวมที่ครอบคลุมและมีความเป็นมาตรฐานสำหรับการตรวจสอบคุณภาพของกาแฟทั่วโลก ซึ่งมีการอัปเดตและปรับปรุงตามความก้าวหน้าของวงการกาแฟและความเข้าใจในการชงกาแฟที่ดียิ่งขึ้น [10]



ภาพที่ 2.2 วงล้อรสชาติของผู้ชิมกาแฟ (Coffee Taster's Flavor Wheel)
(ที่มา: notbadcoffee, 2016)

Python

Python เป็นภาษาการเขียนโปรแกรมที่ใช้อย่างแพร่หลายในเว็บแอปพลิเคชัน การพัฒนาซอฟต์แวร์ วิทยาศาสตร์ข้อมูล (Data Science) และแมชชีนเลิร์นนิง (Machine Learning) นักพัฒนาใช้ Python เนื่องจากมีประสิทธิภาพ เรียนรู้ง่าย และสามารถทำงานบนแพลตฟอร์มต่าง ๆ ได้มากมาย ทั้งนี้ Python ยังสามารถผสานการทำงานร่วมกับระบบทุกประเภท และเพิ่มความเร็วในการพัฒนา

นักพัฒนาสามารถอ่านและทำความเข้าใจโปรแกรม Python ได้อย่างง่ายดาย เนื่องจากมีไวยากรณ์พื้นฐานเหมือนกับภาษาอังกฤษ Python ทำให้นักพัฒนาทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น เนื่องจากพวกเขาสามารถเขียนโปรแกรม Python ได้โดยใช้โค้ดน้อยลงเมื่อเปรียบเทียบกับภาษาอื่น ๆ อีกมากมาย นอกจากนี้ Python มีไลบรารีมาตรฐานขนาดใหญ่ที่มีโค้ดที่ใช้งานได้สำหรับเกือบทุกงาน ด้วยเหตุนี้ นักพัฒนาจึงไม่ต้องเขียนโค้ดขึ้นใหม่ทั้งหมด โดยนักพัฒนาสามารถใช้ Python ร่วมกับภาษาการเขียนโปรแกรมยอดนิยมอื่น ๆ ได้ [12]

RDFlib library

เป็นไลบรารี (library) สำหรับใช้งานกับ Python ที่มีเจตนาสำหรับการทำงานกับ RDF (Resource Description Framework) ซึ่งเป็นมาตรฐานในการแสดงข้อมูลแบบกราฟ (Graph) ที่ถูกใช้ในเว็บเซมิติก (Semantic Web) RDF ช่วยให้เราสามารถระบุและเชื่อมโยงข้อมูลได้ในรูปแบบกราฟโดยใช้ Uniform Resource Identifiers (URI) ไลบรารี RDFlib มีเครื่องมือต่าง ๆ ที่ช่วยในการสร้าง, แก้ไข, และการทำงานกับข้อมูล RDF ใน Python [13]

FastAPI framework

FastAPI เป็นเฟรมเวิร์ค (framework) สำหรับการพัฒนา API (Application Programming Interface) ด้วยภาษา Python ซึ่งถูกออกแบบมาเพื่อให้สามารถพัฒนา API อย่างรวดเร็ว, ปลอดภัย และมีประสิทธิภาพสูง FastAPI ได้รับความนิยมมากในชุมชนนักพัฒนา Python ด้วยความที่มีเอกลักษณ์ที่น่าสนใจและมีความคล้ายกับการใช้งาน Pydantic สำหรับการตรวจสอบและแก้ไขข้อมูลใน API [14]

Laravel framework

Laravel เป็นเฟรมเวิร์ค (framework) สำหรับการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันด้วยภาษา PHP ที่มีดีไซน์ที่เรียบง่ายและมีประสิทธิภาพสูง ถูกสร้างขึ้นโดย Taylor Otwell และเปิดตัวครั้งแรกในปี 2011

Laravel ได้รับความนิยมอย่างมากในชุมชนนักพัฒนาเนื่องจากมีระบบที่สมบูรณ์แบบและให้ความสะดวกในการพัฒนา [15]

Apache Jena Fuseki

Apache Jena Fuseki เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการสร้างและบริหารจัดการระบบ Semantic Web โดยใช้รูปแบบของ Linked Data และ RDF (Resource Description Framework). Apache Jena เป็นเครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับเว็บเซมิติก และมีเครื่องมือต่าง ๆ ที่นำเสนอในรูปแบบไลบรารีและเครื่องมือพัฒนา Fuseki เป็นส่วนหนึ่งของ Apache Jena ที่ทำหน้าที่เป็นเซิร์ฟเวอร์ (Server) เว็บเซมิติกที่สามารถทำงานร่วมกับข้อมูล RDF และ Linked Data โดยใช้โปรโตคอล SPARQL (SPARQL Protocol and RDF Query Language) เพื่อส่งคำสั่งและรับผลลัพธ์ในรูปแบบ SPARQL Query [16]

SPARQL Wrapper library

SPARQL Wrapper เป็นไลบรารี (library) ที่ใช้ในการทำงานกับ SPARQL endpoints จากระบบโปรโตคอล SPARQL (SPARQL Protocol and RDF Query Language). SPARQL เป็นภาษา query ที่ใช้ในการค้นหาข้อมูลในระบบ Semantic Web โดยใช้ภาษา RDF (Resource Description Framework)

ไลบรารี SPARQL Wrapper จัดเตรียม API ที่ช่วยให้การทำงานกับ SPARQL endpoints ทำได้อย่างสะดวกและง่ายขึ้นในภาษา Python มี SPARQL endpoints หลายประเภทที่มีความสามารถในการรับคำสั่ง SPARQL, ดำเนินการ query ในกราฟ (Graph) RDF, และส่งผลลัพธ์กลับมาในรูปแบบต่าง ๆ เช่น JSON หรือ XML การใช้ SPARQL Wrapper สามารถช่วยในการสร้าง query และการส่ง query ไปยัง SPARQL endpoint, และประมวลผลผลลัพธ์ที่ได้จากการ query นั้น ๆ ใน Python [17]

สรุปรายละเอียดบทความวิจัย

จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังที่กล่าวมาแล้ว สามารถสรุปรายละเอียดได้ดังตารางที่ 2.1-2.6

ตารางที่ 2.1 สรุปรายละเอียดบทความงานวิจัย เรื่อง [3] ระบบแนะนำแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติอำเภอเขาค้อด้วยหลักการออนโทโลยี ฐิณภักดิ์ นิธิวิทย์(2563)

ที่มาของปัญหาที่สำคัญที่ทำให้ผู้วิจัยต้องทำงานวิจัย	วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	ทฤษฎีสำคัญหลัก ๆ ที่ผู้วิจัยใช้	วิธีการดำเนินการวิจัย และจุดเด่นสำคัญในวิธีการดำเนินการวิจัย	ผลของการวิจัยประสบความสำเร็จหรือไม่ เพราะเหตุใด
จากข้อมูลการท่องเที่ยว พบว่ามีจำนวนนักท่องเที่ยวที่มีความสำคัญที่ช่วยส่งเสริมเศรษฐกิจของจังหวัดมีจำนวนเพิ่มขึ้นทุกปี จังหวัดเพชรบูรณ์ มีสถานที่ท่องเที่ยวที่นักท่องเที่ยวนิยมเขามามากที่สุดคือ เขาค้อ ผู้วิจัยจึงได้เล็งเห็นความสำคัญและมุ่งเน้น พัฒนา แหล่งท่องเที่ยวให้เป็นที่รู้จักแก่สาธารณชน โดยอาศัยความสามารถด้านดิจิทัล ที่ช่วยให้นักท่องเที่ยวได้เข้าถึงข้อมูลแหล่งท่องเที่ยว ผ่านสื่อต่าง ๆ พัฒนาโดยประยุกต์ใช้ ออนโทโลยี	1.ศึกษาและรวบรวมแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติ ในอำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ 2.พัฒนาระบบแนะนำแหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติในอำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ ในรูปแบบออนโทโลยี 3.ประเมินประสิทธิภาพของระบบ ฯ ที่พัฒนาขึ้น	- ออนโทโลยี - RDF เป็นรูปแบบข้อมูลที่ใช้เพื่อจัดเก็บข้อมูลเชิงความหมาย - SPARQL เป็นภาษาสอบถามที่ใช้เพื่อดึงข้อมูลจาก RDF SPARQL สามารถใช้เพื่อค้นหาข้อมูลเฉพาะจาก RDF หรือเพื่อค้นหาข้อมูลทั้งหมดที่ตรงกับเงื่อนไขเฉพาะ	การรวบรวมข้อมูลเชิงลึกจากผู้เชี่ยวชาญด้านการท่องเที่ยวทางธรรมชาติการใช้เทคโนโลยีออนโทโลยีเพื่อจัดระเบียบข้อมูลเชิงความหมายนำไปสู่การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันเพื่อนำเสนอข้อมูลและอำนวยความสะดวกในการค้นหาข้อมูลการประเมินประสิทธิภาพการสืบค้นข้อมูลเชิงความหมายและระดับความพึงพอใจผู้ใช้ต่อระบบ	ผล ของ การ วิจัย ปร ะ ส บ ความสำเร็จ เนื่องจากระบบสามารถแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวทางธรรมชาติ ที่ ต ร ง กั บ ค ว า ม ต อ ง ก า ร ข อ ง นักท่องเที่ยวได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 2.2 สรุปรายละเอียดบทความงานวิจัย เรื่อง [4] การพัฒนาออนโทโลยีสำหรับธุรกิจขายภาพออนไลน์ สุขานันท์ อ้นถาวร (2560)

ที่มาของปัญหาที่สำคัญที่ทำให้ผู้วิจัยต้องทำงานวิจัย	วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	ทฤษฎีสำคัญหลัก ๆ ที่ผู้วิจัยใช้	วิธีการดำเนินการวิจัย และจุดเด่นสำคัญในวิธีการดำเนินการวิจัย	ผลของการวิจัยประสบความสำเร็จหรือไม่ เพราะเหตุใด
ในปัจจุบันมีการซื้อขายภาพทางออนไลน์มากขึ้น เนื่องจากมีความหลากหลายในตัวเลือก การสืบค้นด้วยข้อความที่ระบุคำสำคัญ ที่ต้องสืบค้น หรือเป็นการสืบค้นด้วยรายละเอียดของ รูปภาพโดย ผู้ใช้งาน จำเป็น ต้องระบุ คุณสมบัติของ รูปภาพ เช่น สี พื้นผิว รูปทรง ที่ปรากฏในรูปภาพ เป็นวิธีที่ไม่เหมาะสมสำหรับการสืบค้นข้อมูลรูปภาพ	1.เพื่อการพัฒนาออนโทโลยีสำหรับธุรกิจขายออนไลน์ 2.เพื่อออกแบบ และพัฒนาการสืบค้นรูปภาพที่มีประสิทธิภาพ สามารถสืบค้นรูปภาพได้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้	ออนโทโลยีเป็นวิธีที่เป็นทางการในการอธิบายความหมายของคำศัพท์เฉพาะโดเมน ออนโทโลยีสามารถใช้เพื่อปรับปรุงการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างระบบต่างๆ และเพื่อสนับสนุนการสืบค้นข้อมูลเชิงความหมาย การประมวลผลภาษาธรรมชาติ (NLP) เป็น สาขา ของ วิ ท ย า ก า ร คอมพิวเตอร์เกี่ยวกับการสร้างและเข้าใจภาษาธรรมชาติ NLP	ผู้วิจัยใช้ออนโทโลยีเพื่อพัฒนาวิธีการใหม่ในการสืบค้นรูปภาพเชิงความหมาย วิธีการใหม่นี้ใช้ออนโทโลยีเพื่ออธิบายความหมายของคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับรูปภาพ และใช้ในการปรับปรุง การสืบ ค้น รูป ภาพ เ ชิง ความหมายโดยการทำให้ผู้ใช้สามารถค้นหารูปภาพโดยใช้ภาษาธรรมชาติได้	ผล ของ การ วิจัย ปร ะ ส บ ความสำเร็จเนื่องจากระบบการสืบค้นรูปภาพเชิงความหมายโดยใช้ออนโทโลยีเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพและใช้งานง่าย ผู้ใช้งานระบบสามารถสืบค้นข้อมูลรูปภาพได้ถูกต้อง ครบถ้วนตรงตามความต้องการ และระบบมีความยืดหยุ่นในการปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับความต้องการของผู้ใช้งานระบบ

ตารางที่ 2.3 สรุปรายละเอียดบทความงานวิจัย เรื่อง [5] การพัฒนาฐานความรู้ออนโทโลยีสำหรับภาษาชนเผ่าแหล่งโบราณคดีบ้านเชียงจังหวัดอุดรธานี ราชวิทย์ ทิพย์เสนา (2561)

ที่มาของปัญหาที่สำคัญที่ทำให้ผู้วิจัยต้องทำงานวิจัย	วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	ทฤษฎีสำคัญหลัก ๆ ที่ผู้วิจัยใช้	วิธีการดำเนินการวิจัย และจุดเด่นสำคัญในวิธีการดำเนินการวิจัย	ผลของการวิจัยประสบความสำเร็จหรือไม่ เพราะเหตุใด
แหล่งโบราณคดีบ้านเชียง อำเภอหนองหาน จังหวัดอุดรธานี มรดกวัฒนธรรมทางประวัติศาสตร์ที่ถูกค้นพบ มีร่องรอยการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ครอบคลุมระยะเวลานับพันปี แต่อย่างไรก็ตามหากมีการเผยแพร่ประชาสัมพันธ์แหล่งโบราณคดีบ้านเชียง โดยการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในการเผยแพร่ข้อมูล	เพื่อพัฒนาออนโทโลยีสำหรับเครื่องปั้นดินเผา และพัฒนาระบบสืบค้นออนโทโลยีสำหรับภาษาชนเผ่าเครื่องปั้นดินเผา แหล่งโบราณคดี รวมถึงประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบสืบค้นฐานความรู้ออนโทโลยีสำหรับเครื่องปั้นดินเผา แหล่งโบราณคดี จังหวัดอุดรธานี	- ออนโทโลยี - ฐานความรู้ออนโทโลยี - การสืบค้นเชิงความหมาย - แหล่งโบราณคดีบ้านเชียง - ภาษาชนเผ่าบ้านเชียง	พัฒนาระบบสืบค้นออนโทโลยี ด้วยโปรแกรม Protégé ใช้ภาษา PHP สำหรับพัฒนาระบบ และใช้ RAP-RDF API for PHP	ผลของการวิจัยประสบความสำเร็จ การพัฒนาฐานความรู้ออนโทโลยีพบว่า การศึกษารายละเอียดข้อมูลภาษาชนเผ่าบ้านเชียง เพื่อวิเคราะห์โครงสร้างความสัมพันธ์ สามารถนำข้อมูลไปออกแบบและพัฒนาฐานความรู้ออนโทโลยีได้ และได้ออนโทโลยีในรูปแบบภาษา OWL และยังพัฒนาระบบสืบค้นฐานความรู้ออนโทโลยี เพื่อใช้สำหรับสืบค้นข้อมูลภาษาชนเผ่าบ้านเชียง

ตารางที่ 2.4 สรุปรายละเอียดบทความงานวิจัย เรื่อง [6] การพัฒนาออนโทโลยีความรู้ด้านผ้าล้านนา วรเชษฐ อารยะพันธ์ และพัทธรา พนมมิตร(2562)

ที่มาของปัญหาที่สำคัญที่ทำให้ผู้วิจัยต้องทำงานวิจัย	วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	ทฤษฎีสำคัญหลัก ๆ ที่ผู้วิจัยใช้	วิธีการดำเนินการวิจัย และจุดเด่นสำคัญในวิธีการดำเนินการวิจัย	ผลของการวิจัยประสบความสำเร็จหรือไม่ เพราะเหตุใด
บรรณารักษ์ และเจ้าหน้าที่ ผู้ให้บริการในแหล่งสารสนเทศด้านผ้าล้านนาประสบปัญหาด้านการวิเคราะห์และจัดระเบียบทรัพยากรสารสนเทศด้านผ้าล้านนา เนื่องจากไม่ครอบคลุมเนื้อหาความรู้ด้านผ้าล้านนา พบปัญหาด้านการสืบค้นโดยเฉพาะคำศัพท์เทคนิคด้านผ้าล้านนา เนื่องจากมีคำเรียกที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่	การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาออนโทโลยีความรู้ด้านผ้าล้านนา	- ผ้าล้านนา - แนวคิดการจัดหมวดหมู่แบบฟาเซท - แนวคิดออนโทโลยี	1.กำหนดวัตถุประสงค์และโครงสร้างความรู้ด้านผ้าล้านนา 2.การพัฒนาออนโทโลยีความรู้ด้านผ้าล้านนา 3.การประเมินผลออนโทโลยีความรู้ด้านผ้าล้านนา	ผลของการวิจัยประสบความสำเร็จ เพราะ ผู้วิจัยได้พัฒนา ออนโทโลยีความรู้ด้านผ้าล้านนา ประกอบด้วยกลุ่มความรู้หลักด้านผ้าล้านนา จำนวน 8 หมวดความรู้ และ กลุ่มความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับผ้าล้านนา ความรู้สวดลายผ้าล้านนาจึงมีการเปลี่ยนแปลงตามกาลเวลาและยุคสมัย รวมถึงมีชื่อเรียกสวดลายผ้าล้านนาแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดฐานความรู้ที่ถูกสร้างขึ้นโดยมีโดเมน

ตารางที่ 2.5 สรุปรายละเอียดบทความงานวิจัย เรื่อง [7] การพัฒนาออนโทโลยีสำหรับสืบค้นลวดลายตะกร้าเชือกฟางแบบเมทริกซ์ สุรินทร์ อุ๋นแสน และเศรษฐพงศ์ วงษ์อินทร์ (2563)

ที่มาของปัญหาที่สำคัญที่ทำให้ผู้วิจัยต้องทำงานวิจัย	วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	ทฤษฎีสำคัญหลัก ๆ ที่ผู้วิจัยใช้	วิธีการดำเนินการวิจัย และจุดเด่นสำคัญในวิธีการดำเนินการวิจัย	ผลของการวิจัยประสบความสำเร็จหรือไม่ เพราะเหตุใด
จากการศึกษาพื้นที่บ้านคลองบางสิงห์ ตำบลสวนพริกไทย อำเภอมะปทุมธานี จังหวัดปทุมธานี พบว่าแต่เดิมประชากรสวนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรมส่งผลให้มีรายได้ไม่แน่นอน ดังนั้นจึงรวมกลุ่มกันหารายได้เสริม ผลิตภัณฑ์ที่โดดเด่นของชุมชนคือตะกร้า เชือกฟาง	1.เพื่อออกแบบและพัฒนาออนโทโลยีสำหรับสืบค้นลวดลายตะกร้าเชือกฟางแบบเมทริกซ์ 2.เพื่อประเมินออนโทโลยี สำหรับสืบค้นลวดลายตะกร้าเชือกฟางแบบเมทริกซ์	องค์ความรู้เกี่ยวกับลวดลายตะกร้าเชือกฟางที่จัดเก็บแบบเมทริกซ์ซึ่งเมทริกซ์ (Metrix) คือกลุ่มของจำนวนที่เขียนเรียงกันเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากโดยกลุ่มตัวเลขจะเรียงเป็นแถวแนวนตั้ง (Column) และแถวแนวนอน (Row) และบรรจุในเครื่องหมาย [] ถ้า A เป็น เมทริกซ์ m แถวและ n หลักเขียนแทนมิติ (Dimension Matrix)	การวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้กระบวนการสร้างออนโทโลยี ของ Noy and McGuinness	ผลของการวิจัยประสบความสำเร็จ เพราะ ออนโทโลยีที่สร้างขึ้น มีความครอบคลุม มีความหมาย และได้นำออนโทโลยีไปทำการทดสอบการป้อนข้อมูลโดยใช้เว็บเชิงความหมายในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชัน ซึ่งจัดเก็บโดยใช้ตัวเลขแทนสีของเชือกฟางแทนการเก็บรูปภาพ ช่วยให้ลดพื้นที่จัดเก็บและเพิ่มประสิทธิภาพในการค้นหาให้มีความรวดเร็วขึ้น

ตารางที่ 2.6 สรุปรายละเอียดบทความงานวิจัย เรื่อง [8] An ontological data model for points of interest (POI) in a cultural heritage site Babak Ranjgar ,Abolghasem Sadeghi-Niaraki, Maryam Shakeri and Soo-Mi Choi (2565)

ที่มาของปัญหาที่สำคัญที่ทำให้ผู้วิจัยต้องทำงานวิจัย	วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	ทฤษฎีสำคัญหลัก ๆ ที่ผู้วิจัยใช้	วิธีการดำเนินการวิจัย และจุดเด่นสำคัญในวิธีการดำเนินการวิจัย	ผลของการวิจัยประสบความสำเร็จหรือไม่ เพราะเหตุใด
มรดกทางวัฒนธรรม (Cultural heritage - CH) สะท้อนถึงประวัติศาสตร์ของสังคมและประเพณีของมัน และเป็นหน่วยความทรงจำและเอกลักษณ์ของชาติ มรดกทางวัฒนธรรมมีเนื้อหาที่หลากหลายแตกต่างกันในประเภทและคุณสมบัติมาก	สร้างโมเดลข้อมูลที่สามารถรวมความหมายทางพื้นที่เข้ากับข้อมูลมรดก ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้สามารถสำรวจข้อมูลที่ต้องการเกี่ยวกับสถานที่ตามที่พักพวกเขาต้องการได้อิสระ	การวิจัยมุ่งเน้นการสร้างโมเดลข้อมูลที่เชื่อมโยงกับจุดสนใจที่สถานที่ (POI) ในการพัฒนาโมเดลข้อมูลนี้ ผู้วิจัยได้นำออนโทโลยีที่มีอยู่มาใช้โดยเลือกใช้ CIDOC CRM จากโดเมน CH	นำออนโทโลยีที่มีอยู่มาใช้ขอบเขตของโมเดลข้อมูลของที่มวิจัยนั้นเกี่ยวข้องกับสองโดเมน (domain) ดังนั้นเราจึงเลือกที่จะนำออนโทโลยี (ontology) จากแต่ละโดเมนมาใช้ซ้ำ โดยเลือกใช้ CIDOC CRM จากโดเมน CH และ GeoSPARQL จากโดเมนด้านภูมิศาสตร์	ผลของการวิจัยดูเหมือนว่าจะมีความสำเร็จในหลายด้าน 1.การใช้ GeoSPARQL และโมเดลด้านออนโทโลยีช่วยในการรวบรวมข้อมูล CH และทำให้เกี่ยวข้องกับข้อมูลเชิงพื้นที่ช่วยในการจัดการข้อมูล CH และการนำไปใช้ในหลายองค์กรและโครงการต่าง ๆ ได้อย่างขึ้น

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการ

1. การเตรียมข้อมูลและรวบรวมข้อมูลกาแฟ

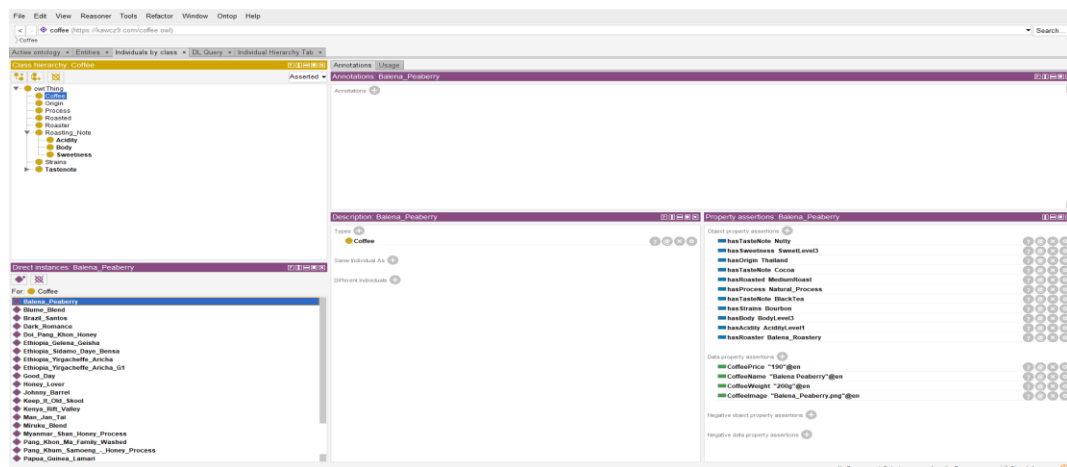
ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับกาแฟ ได้แก่ ชื่อ ประเทศต้นกำเนิด วิธีการผลิต สายพันธุ์ ระดับการคั่ว ระดับความเปรี้ยว ระดับความหวาน ระดับความเข้มข้น เทสโน้ต

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างข้อมูลกาแฟที่ใช้ในโครงการ

ชื่อกาแฟ	Balena Peaberry
น้ำหนักของกาแฟ	200 กรัม
ราคาของกาแฟ	190 บาท
ภาพของกาแฟ	Balena Peaberry.png
ประเทศต้นกำเนิดของกาแฟ	ไทย
เทสโน้ตของกาแฟ	ชา, ชาดำ, โกโก้, ถั่ว
ระดับการคั่วของกาแฟ	คั่วกลาง
ชื่อโรงคั่วกาแฟ	Peaberry
วิธีการผลิตกาแฟ	Natural Process
สายพันธุ์ของกาแฟ	Bourbon
ระดับความเปรี้ยวของกาแฟ	ระดับ 1
ระดับความหวานของกาแฟ	ระดับ 3
ระดับความเข้มของกาแฟ	ระดับ 3

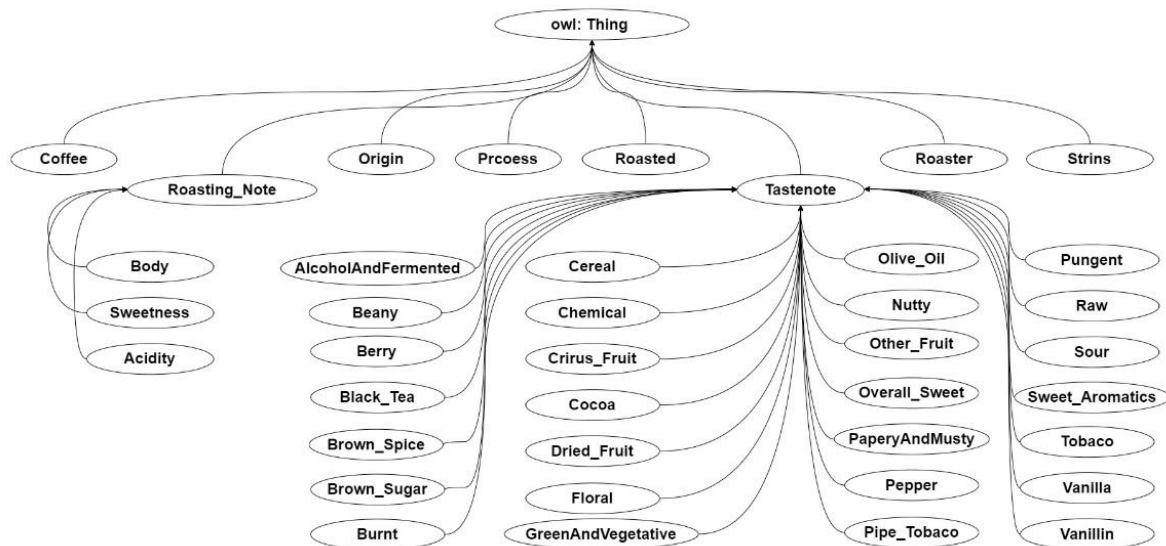
2. การวิเคราะห์และออกแบบบนโทโลยีกาแฟ

จากนั้น นำข้อมูลจากแฟ้มจากการรวบรวม มาจัดทำเป็น ออนโทโลยีกาแฟ (coffee.owl) ด้วยโปรแกรม Protégé ออนโทโลยีดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 เพิ่มข้อมูลกาแฟลงใน ออนโทโลยีกาแฟ (coffee.owl)

ประกอบด้วยคลาส Coffee (กาแฟ), Origin (ประเทศต้นกำเนิด), Process (วิธีการผลิต), Roasted (ระดับการคั่ว), Roaster (โรงคั่ว), Roasting Note (ระดับรสชาติกาแฟ), Strains (สายพันธุ์), Taste note (เทสโน้ต) และซับคลาส Acidity (ระดับความเปรี้ยว), Body (ระดับความเข้มข้น) และ Sweetness (ระดับความหวาน) นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้นำเทสโน้ตของกาแฟตามโครงสร้างของวงล้อรสชาติของผู้ชิมกาแฟ (Coffee Taster's Flavor Wheel) มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบด้วย เช่น Berry (เทสโน้ตกลุ่ม เบอร์รี่), Cocoa (เทสโน้ตกลุ่ม โกโก้) และเพื่อปรับปรุงการดึงข้อมูลให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นผู้วิจัยได้เพิ่ม ข้อมูลคำพ้องความหมาย (Synonym) ในบาง Instance ด้วย แสดงข้อมูลคลาส (Class) ทั้งหมดในออนโทโลยีดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 Class ทั้งหมดในออนโทโลยีกาแฟ (coffee.owl)

ในคลาสแต่ละคลาสจะมี Instance ของกาแฟแต่ละชนิดบันทึกเข้าไปในออนโทโลยี ซึ่งแต่ละ Instance จะมี Data Property ที่เกี่ยวข้อง กับองค์ประกอบของกาแฟแต่ละชนิด ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 รายละเอียด Data Property ของ Instance กาแฟแต่ละชนิด ใน Class Coffee

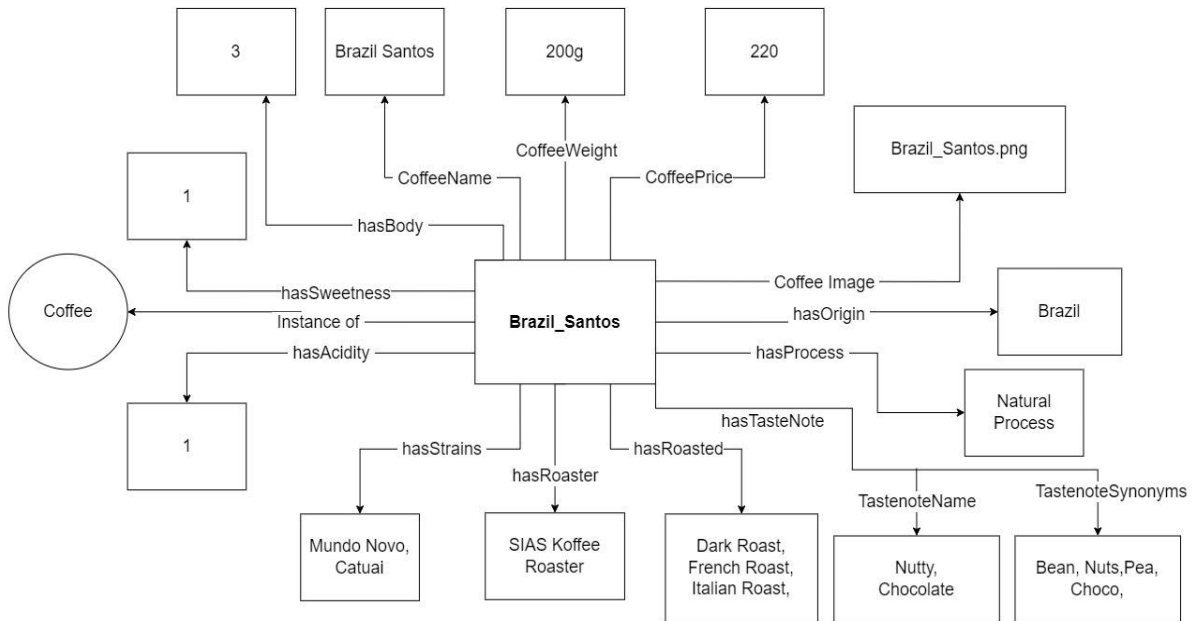
ชื่อ Property	ประเภทของ Property	คำอธิบาย	คลาสที่เกี่ยวข้อง
CoffeeName	Data Property	เก็บชื่อกาแฟ	Coffee
CoffeeWeight	Data Property	เก็บน้ำหนักของกาแฟ	Coffee
CoffeePrice	Data Property	เก็บราคาของกาแฟ	Coffee
CoffeeImage	Data Property	เก็บชื่อภาพของกาแฟ	Coffee

ในคลาสแต่ละคลาสจะมี Instance ของกาแฟแต่ละชนิดที่บันทึกเข้าไปในออนโทโลยี ซึ่งแต่ละ Instance จะมี Object Property ที่เกี่ยวข้อง กับองค์ประกอบของกาแฟแต่ละชนิด และมี Data Property ของตัวเอง ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 รายละเอียด Data Property ที่อยู่ใน Object Property ของ Instance กาแฟแต่ละชนิด
ใน Class Coffee

ชื่อ Property	ประเภทของ Property	คำอธิบาย	คลาสที่เกี่ยวข้อง
hasOrigin	Object Property	เก็บข้อมูลประเทศต้นกำเนิดของกาแฟ	Origin
- OriginName	Data Property	เก็บชื่อประเทศต้นกำเนิดของกาแฟ	Origin
hasTasteNote	Object Property	เก็บข้อมูลรสชาติของกาแฟ	Taste_Note
- TasteNoteName	Data Property	เก็บชื่อรสชาติของกาแฟ (คีย์เวิร์ดหลัก)	Taste_Note
- TasteNoteSynonym	Data Property	เก็บชื่อรสชาติของกาแฟ (คีย์เวิร์ดรอง)	Taste_Note
hasRoasted	Object Property	เก็บข้อมูลระดับการคั่วของกาแฟ	Roasted
- RoastedName	Data Property	เก็บชื่อระดับการคั่วของกาแฟ	Roasted
hasRoaster	Object Property	เก็บข้อมูลโรงคั่วกาแฟ	Roaster
- RosterName	Data Property	เก็บชื่อโรงคั่วกาแฟ	Roaster
- RoasterDetail	Data Property	เก็บรายละเอียดโรงคั่วกาแฟ	Roaster
hasProcess	Object Property	เก็บข้อมูลวิธีการผลิตกาแฟ	Process
- ProcessName	Data Property	เก็บชื่อวิธีการผลิตกาแฟ	Process
hasStrains	Object Property	เก็บข้อมูลพันธุ์ของกาแฟ	Strains
- StrainsName	Data Property	เก็บชื่อพันธุ์ของกาแฟ	Strains
hasAcidity	Object Property	เก็บข้อมูลระดับความเปรี้ยวของกาแฟ	Roasting_Note, Acidity
hasSweetness	Object Property	เก็บข้อมูลระดับความหวานของกาแฟ	Roasting_Note, Sweetness
hasBody	Object Property	เก็บข้อมูลระดับความเข้มข้นของกาแฟ	Roasting_Note, Body
- RoastingNoteName	Data Property	เก็บระดับความเปรี้ยว, ความหวาน และความเข้มข้นของกาแฟ	Acidity, Sweetness, Body

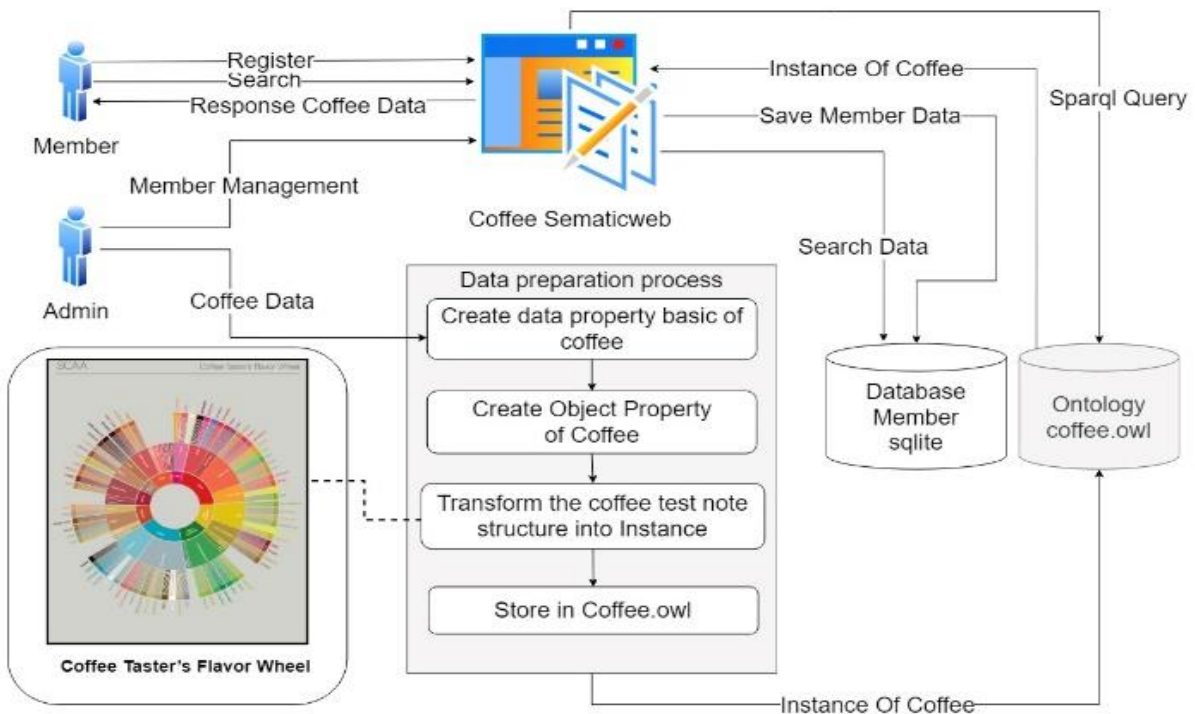
ภาพที่ 3.3 แสดงตัวอย่าง Instance กาแฟ Brazil Santos ซึ่งอยู่ในคลาส Coffee และ Instance ต่าง ๆ ที่เป็นรายละเอียดของกาแฟชนิดนี้



ภาพที่ 3.3 ตัวอย่าง Instance กาแฟ Brazil Santos ในออนโทโลยีกาแฟ (coffee.owl)

3. การออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบ

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์และออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบสืบค้นข้อมูลกาแฟ โดยมีรายละเอียดสถาปัตยกรรมของระบบดังภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.4 สถาปัตยกรรมของระบบสืบค้นข้อมูลกาแฟ OwlCoffee

จากภาพที่ 3.4 แสดงการทำงานของระบบ OwlCoffee โดยประยุกต์ใช้ออนโทโลยี โดยมีหลักการดังนี้

1. ส่วนของผู้ใช้

- 1.1. ผู้ใช้ทำการสมัครสมาชิกผ่านระบบและทำการเข้าสู่ระบบ
- 1.2. เมื่อผู้ใช้ทำการเข้าสู่ระบบ จะพบเว็บไซต์ที่มีช่องค้นหาให้ผู้ใช้สามารถกรอกความต้องการ หรือเลือกความต้องการผ่านตัวเลือกได้
- 1.3. เมื่อผู้ใช้ค้นหาหรือเลือกตัวเลือกที่ต้องการระบบจะทำการสืบค้นข้อมูลกาแฟ จากสิ่งที่ผู้ใช้งานได้ทำการเลือกให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้
- 1.4. เมื่อพบคุณสมบัติที่สอดคล้องกับที่ผู้ใช้งานค้นหา ระบบจะแสดงรายการผลิตภัณฑ์ เช่น ภาพกาแฟ พันธุ์กาแฟ สถานที่ในการปลูก ระดับการคั่ว เทศโน้ตกาแฟที่สอดคล้อง และใกล้เคียงกับความต้องการให้แก่ผู้ใช้งาน

2. ส่วนของผู้ดูแลระบบ

- 2.1. ผู้ดูแลระบบทำการเข้าสู่ระบบ
- 2.2. เมื่อผู้ดูแลระบบเข้าสู่ระบบจะพบข้อมูลเชิงสถิติของการค้นหาข้อมูลกาแฟในเว็บไซต์
- 2.3. ผู้ดูแลระบบสามารถเพิ่ม ลบ หรือแก้ไขข้อมูลของผู้ใช้ในระบบได้
- 2.4. ผู้ดูแลระบบสามารถเพิ่มข้อมูลกาแฟ ผ่านโปรแกรม Protégé ได้

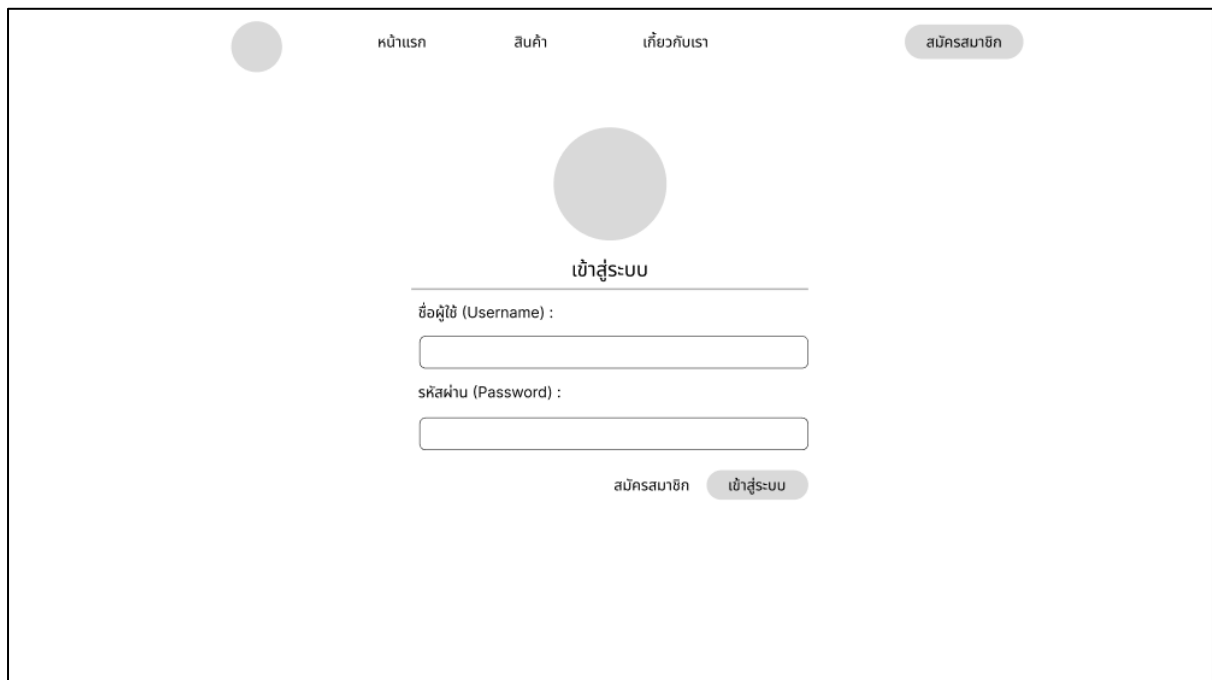
4. การออกแบบหน้าจอผู้ใช้

การออกแบบ หน้าแรกของระบบ



ภาพที่ 3.5 หน้าแรกของระบบ

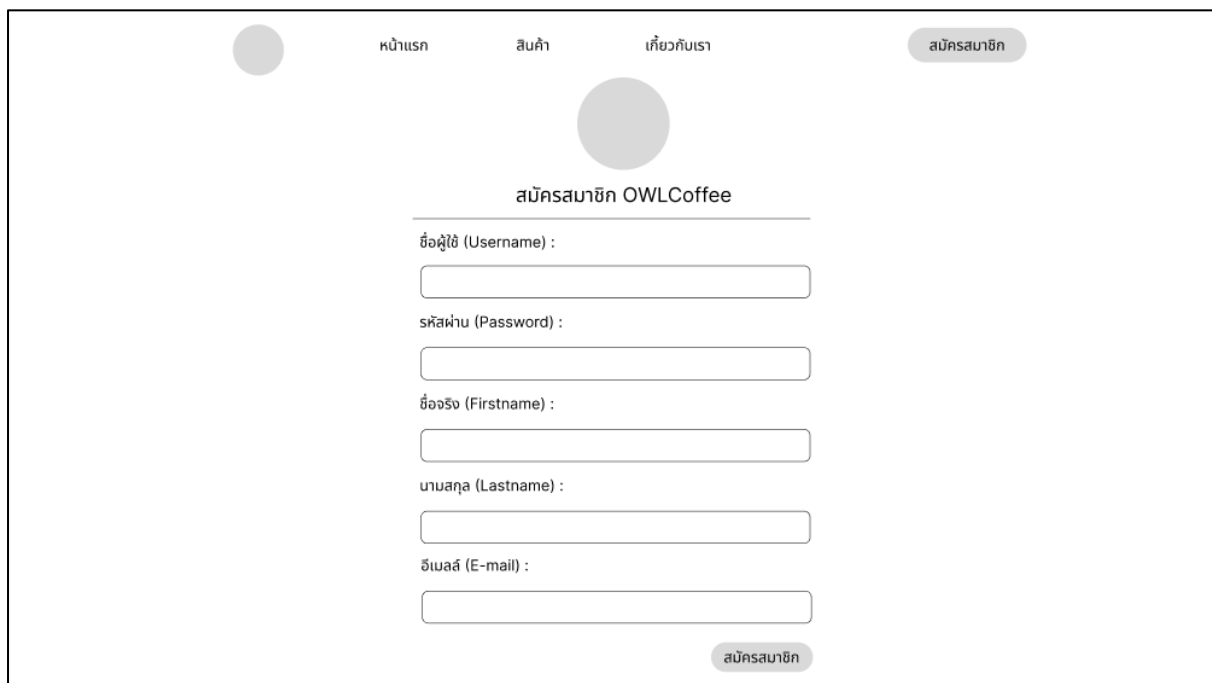
การออกแบบหน้าเข้าสู่ระบบ (Login)



The login form is centered on a light gray background. At the top, there is a navigation bar with a circular logo on the left, followed by links: หน้าแรก, สินค้า, เกี่ยวกับเรา, and a button สมัครสมาชิก. Below the navigation bar is a large gray circle representing a profile picture. Underneath the profile picture is the title เข้าสู่ระบบ. The form consists of two input fields: ชื่อผู้ใช้ (Username) and รหัสผ่าน (Password). Below the password field are two buttons: สมัครสมาชิก and เข้าสู่ระบบ.

ภาพที่ 3.6 หน้าเข้าสู่ระบบ (Login)

การออกแบบหน้าสมัครสมาชิก (Register)



The register form is centered on a light gray background. At the top, there is a navigation bar with a circular logo on the left, followed by links: หน้าแรก, สินค้า, เกี่ยวกับเรา, and a button สมัครสมาชิก. Below the navigation bar is a large gray circle representing a profile picture. Underneath the profile picture is the title สมัครสมาชิก OWLCoffee. The form consists of five input fields: ชื่อผู้ใช้ (Username), รหัสผ่าน (Password), ชื่อจริง (Firstname), นามสกุล (Lastname), and อีเมล (E-mail). Below the email field is a button สมัครสมาชิก.

ภาพที่ 3.7 หน้าสมัครสมาชิก (Register)

การออกแบบภาพรวมหน้าค้นหาข้อมูลสินค้า

สินค้า ค้นหา เกี่ยวกับเรา ออกจากระบบ

ค้นหาข้อมูลสินค้า

ค้นหาจาก คำค้นหา : Blue

ทั้งหมด

ค้นหา

▼ ต้นกำเนิด

- ไทย
- บราซิล
- ??
- ??
- ??

▼ สายพันธุ์

- Acaya
- K7
- ??
- ??
- ??

รูปภาพ

ชื่อ

น้ำหนัก ราคา

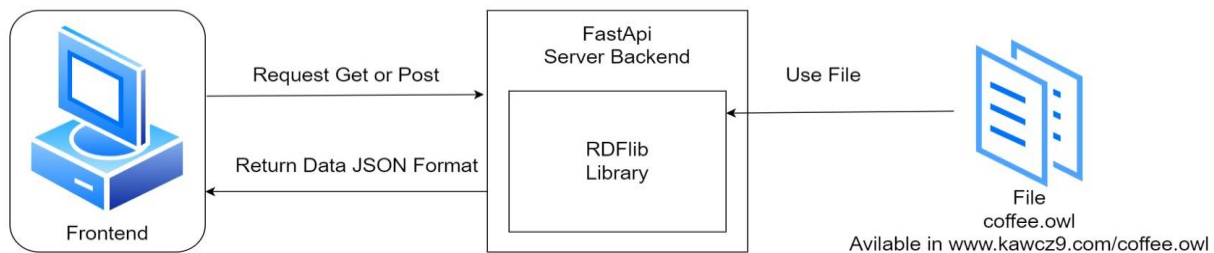
ภาพที่ 3.8 หน้าค้นหาข้อมูลสินค้า

5. การวิเคราะห์และออกแบบเทคนิควิธีสำหรับระบบในการประมวลผลข้อมูลจากออนโทโลยีกาแฟ

ผู้วิจัยตระหนักถึงความสำคัญของประสิทธิภาพและความเร็วในกระบวนการสืบค้นข้อมูล จึงได้ออกแบบเทคนิค วิธีการและเครื่องมือ 3 เทคนิควิธีคือ

เทคนิควิธีการที่ 1 : ใช้ภาษา Python ร่วมกับ FastAPI เฟรมเวิร์ค

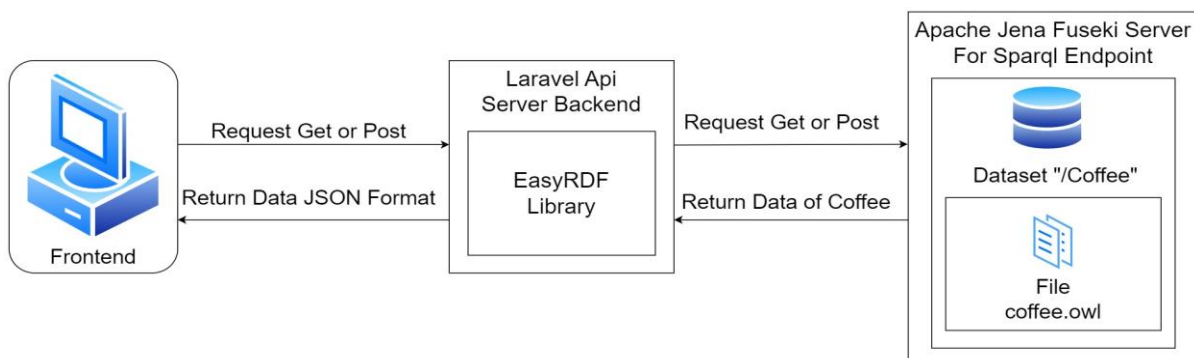
ในเทคนิควิธีนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้ภาษา Python ในการพัฒนาระบบ [11] เมื่อผู้ใช้สืบค้นข้อมูล ภาษา Python จะเรียกใช้ RDF ไบรารี (Library) [12] ทำการกราฟ (Graph) ข้อมูลกับไฟล์ coffee.owl ออนไลน์อยู่ที่ <https://www.kawcz9.com/coffee.owl> เพื่อทำการ Sparql Query และส่งข้อมูลกลับมาให้ FastAPI เพื่อแปลงข้อมูลเป็น Json ส่งข้อมูลกลับให้ผู้ใช้ [13]



ภาพที่ 3.9.1 โมเดลเทคนิควิธีการที่ 1 ใช้ภาษา Python ร่วมกับ FastAPI เฟรมเวิร์ค

เทคนิควิธีที่ 2 : ใช้ภาษา PHP ร่วมกับ Laravel เฟรมเวิร์ค และ Sparql Endpoint

เทคนิควิธีนี้ใช้ Laravel เฟรมเวิร์ค [14] ซึ่งเป็นเฟรมเวิร์คที่พัฒนาด้วยภาษา PHP เมื่อผู้ใช้สืบค้นข้อมูล จะทำการเรียกใช้งาน EasyRDF [15] ซึ่งเป็นไลบรารีที่มีความสามารถในการกราฟข้อมูล และส่งให้ Apache Jena Fuseki [16] ทำหน้าที่ในสร้าง Sparql Endpoint โดย Endpoint คือ URL หรือ URI (Uniform Resource Identifier) เฉพาะที่สามารถส่งแบบสอบถาม SPARQL เพื่อโต้ตอบกับข้อมูล RDF และจากนั้น Apache Jena Fuseki ทำการ Sparql Query โดยเรียกใช้ข้อมูล '/Coffee' ซึ่งมีการสร้างกราฟข้อมูล 'coffee.owl' ไว้ จากนั้นส่งข้อมูลกลับให้ Laravel เฟรมเวิร์คเพื่อทำการแปลงข้อมูลเป็น JSON ส่งคือให้กลับผู้ใช้

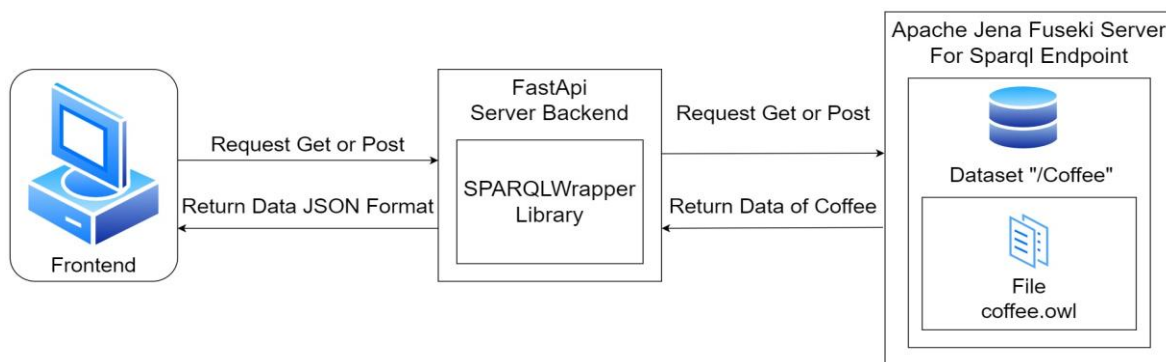


ภาพที่ 3.9.2 โมเดลเทคนิควิธีที่ 2 ใช้ภาษา PHP ร่วมกับ Laravel เฟรมเวิร์ค และ Sparql Endpoint

เทคนิควิธีการที่ 3 : ใช้ภาษา Python ร่วมกับ FastAPI เฟรมเวิร์ค (Framework) และ Sparql Endpoint

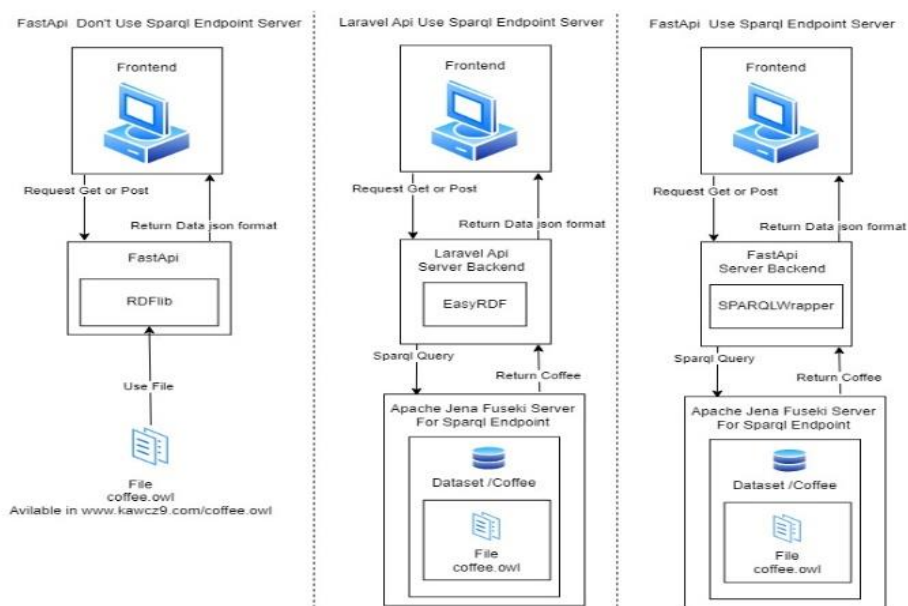
ผู้วิจัยได้ทำการทดลองเปรียบเทียบวิธีที่ 1 และ 2 (ดังตารางที่ 4.1) และพบว่าเวลาในการประมวลผลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นเราจึงได้ออกแบบวิธีที่ 3 โดยผสมผสานแง่มุมของทั้งวิธีที่ 1 และ 2 โดยอ้างอิงจากวิธีที่ 1 เป็นหลัก ซึ่งมีการเพิ่ม Apache Jena Fuseki จากวิธีที่ 2

เทคนิควิธีนี้คล้ายกับเทคนิควิธีที่ 1 โดยจะใช้ภาษา Python ในการพัฒนาระบบ อย่างไรก็ตามในเทคนิควิธีนี้จะใช้ไลบรารี SPARQL Wrapper [17] ซึ่งแตกต่างจากวิธีที่ 1 ตรงที่เทคนิควิธีนี้จะเชื่อมต่อกับ Apache Jena Fuseki เพื่อสร้าง Sparql Endpoint และส่ง Sparql Query ไปยังชุดข้อมูล '/Coffee' ซึ่งมีการสร้างกราฟข้อมูล 'coffee.owl' ไว้ จากนั้นจะถูกประมวลผลข้อมูลด้วย FastAPI เพื่อแปลงให้อยู่ในรูปแบบ JSON ก่อนจะส่งกลับให้ผู้ใช้



ภาพที่ 3.9.3 โมเดลเทคนิควิธีการที่ 3 ใช้ภาษา Python ร่วมกับ FastAPI เฟรมเวิร์ค และ Sparql Endpoint

ภาพรวมที่แสดงถึงการเปรียบเทียบรายละเอียดและความแตกต่างระหว่างโมเดลเทคนิควิธีทั้งสามรูปแบบที่ผู้วิจัยได้ออกแบบขึ้น แสดงได้ดังภาพที่ 3.9.4



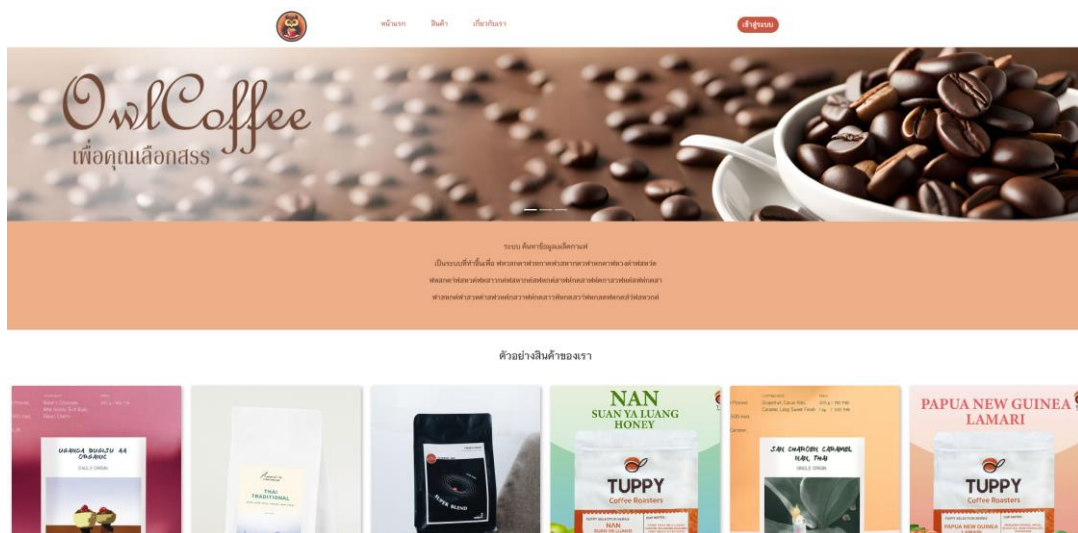
ภาพที่ 3.9.4 โมเดลภาพรวมทั้ง 3 เทคนิควิธีการในการออกแบบระบบสารสนเทศ เพื่อค้นหาข้อมูลจากออนโทโลยี

บทที่ 4

ผลการดำเนินการ

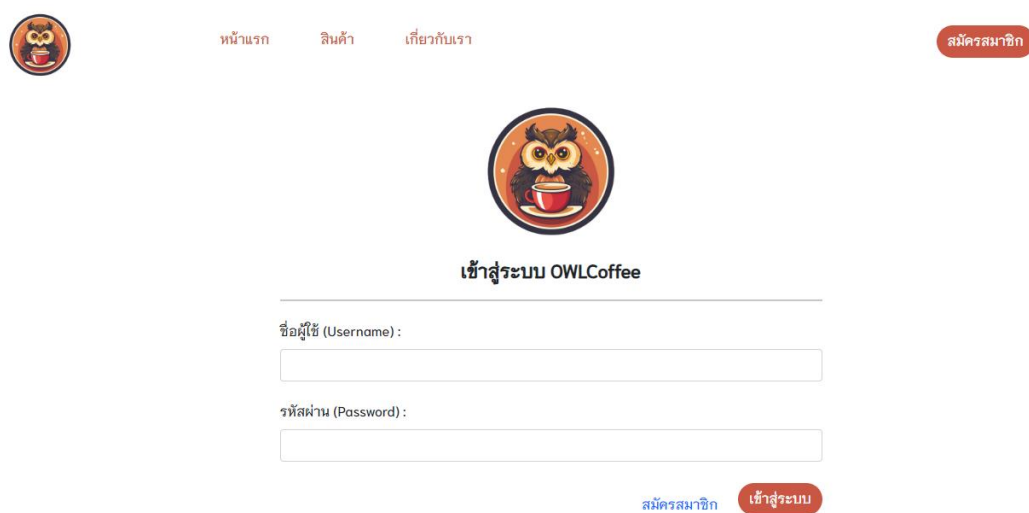
การทำงานของระบบ

เมื่อเข้าสู่หน้าเว็บไซต์จะพบกับหน้าแรก ซึ่งจะแสดงข้อมูลพื้นฐานของกาแฟ นอกจากนี้ยังมีเมนูสินค้า ซึ่งแสดงข้อมูลสินค้าทั้งหมด และหน้าเกี่ยวกับเราที่แสดงข้อมูล เกี่ยวกับผู้พัฒนา ดังภาพที่ 4.1



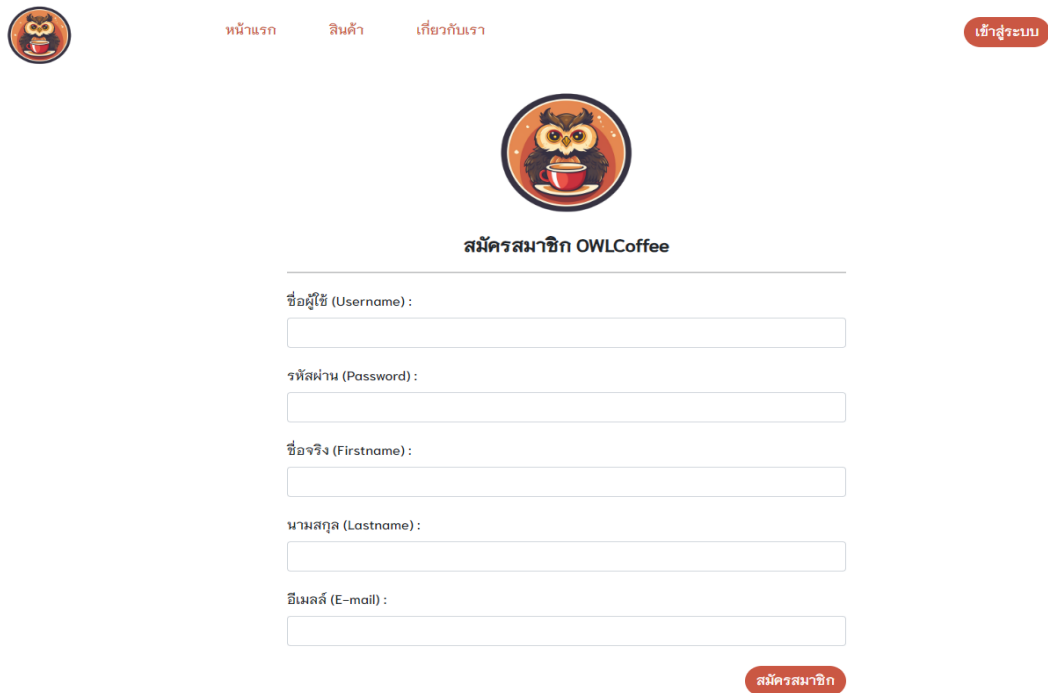
ภาพที่ 4.1 หน้าแรกของระบบ OwlCoffee

เมื่อผู้ใช้งานต้องการดูรายละเอียดข้อมูลกาแฟ ผู้ใช้จะต้องเข้าสู่ระบบก่อน โดยการคลิกที่ปุ่มเข้าสู่ระบบ เพื่อเข้าสู่หน้าเข้าสู่ระบบ แสดงหน้าเข้าสู่ระบบดังภาพที่ 4.2



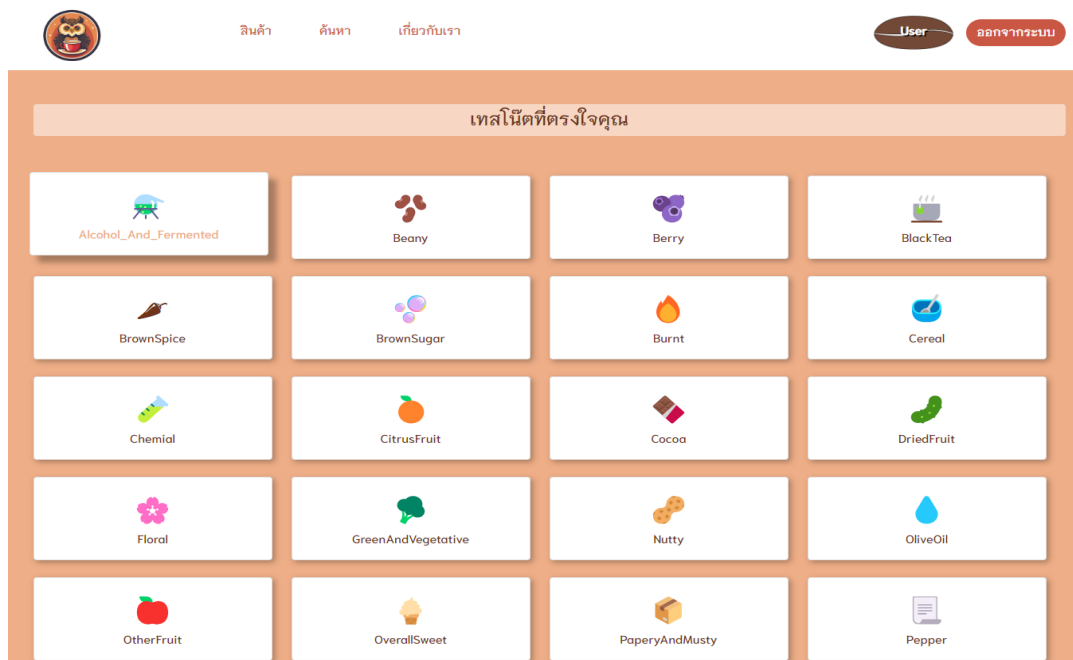
ภาพที่ 4.2 หน้าเข้าสู่ระบบของระบบ OwlCoffee

จากนั้นให้ผู้ใช้กรอกข้อมูลผู้ใช้และรหัสผ่านเพื่อเข้าสู่ระบบ กรณีผู้ใช้ยังไม่มีบัญชี ผู้ใช้สามารถสมัครสมาชิกผ่านปุ่ม สมัครสมาชิก ดังภาพที่ 4.3



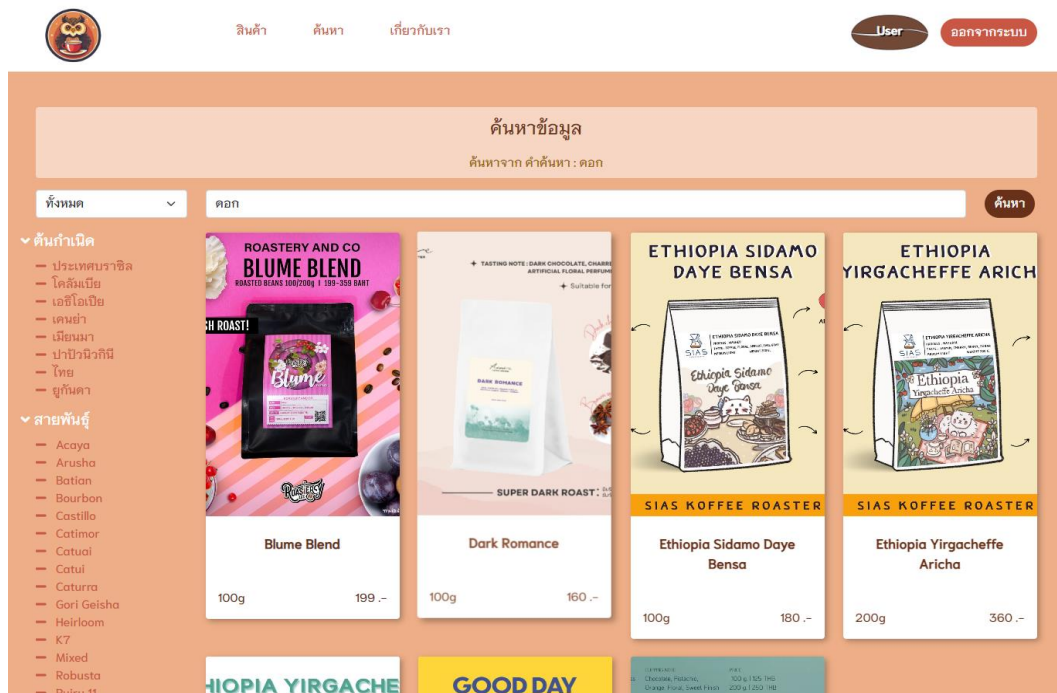
ภาพที่ 4.3 หน้าสมัครสมาชิกของระบบ OwlCoffee

เมื่อเข้าสู่ระบบแล้วจะพบกับรายการสินค้าทั้งหมดในระบบและข้อมูลเมล็ดกาแฟแยกตามประเภทของรสชาติ ดังภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.4 หน้าสินค้าเมื่อผู้ใช้เข้าสู่ระบบแล้วของระบบ OwlCoffee

จากนั้นผู้ใช้อย่างสามารถคลิกเมนู ค้นหา เพื่อเข้าสู่หน้าค้นหาข้อมูลกาแฟและสามารถค้นหาข้อมูลกาแฟของตนได้ โดยการใช้ คีย์เวิร์ด (Keyword) หรือการเลือกประเภทการค้นหาผ่านเมนูด้านซ้ายหน้าจอดังภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.5 หน้าค้นหาข้อมูลกาแฟของระบบ OwlCoffee

นอกจากนี้ผู้ใช้อย่างสามารถคลิกเลือกสินค้าเพื่อดูรายละเอียดของสินค้าได้ ไม่ว่าจะเป็น ต้นกำเนิด สายพันธุ์ วิธีการผลิต โรงคั่ว เสน่ห์ ระดับความเปรี้ยว ระดับความหวาน ระดับความเข้มข้น ระดับการคั่ว และยังสามารถตอบโต้กับเมนูเสน่ห์ เพื่อค้นหากาแฟที่เสน่ห์ใกล้เคียงได้อีกด้วย ดังภาพที่ 4.6



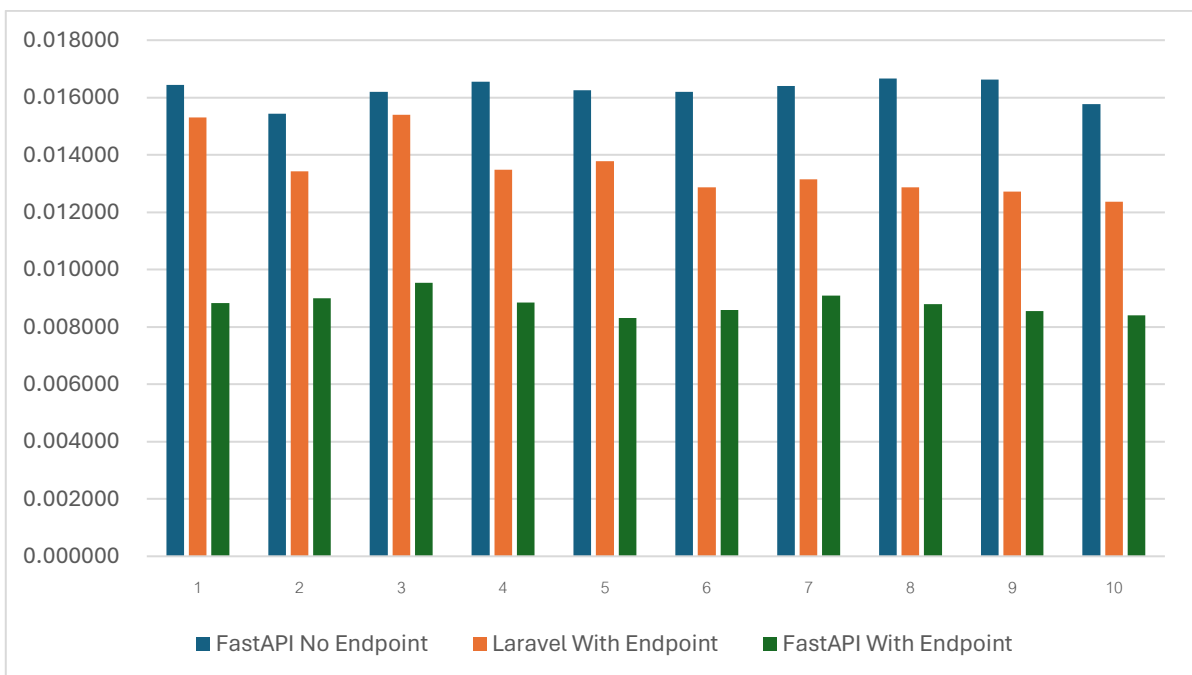
ภาพที่ 4.6 หน้ารายละเอียดของสินค้าของระบบ OwlCoffee

การวัดประสิทธิภาพ

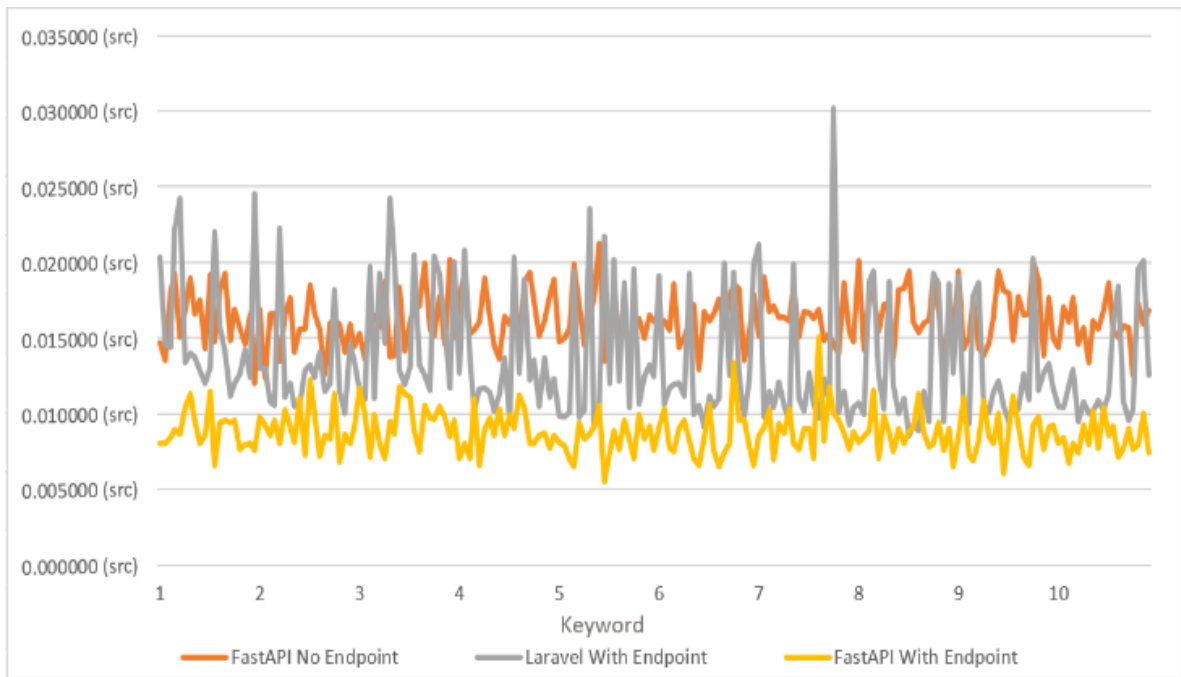
ผู้วิจัยได้พัฒนาระบบสารสนเทศทั้ง 3 วิธีในข้อ 3.3 โดยพัฒนาให้อยู่ในรูปแบบ Web Application โดยใช้ข้อมูลจาก coffee.owl เหมือนกัน และได้มีการทดสอบเทคนิคทั้งสามรูปแบบที่พัฒนาขึ้นเพื่อหาผลลัพธ์ที่เร็วที่สุด ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบโดยใช้ไฟล์ coffee.owl ที่มีข้อมูลเมล็ดกาแฟอยู่ 25 ชนิด จับเวลา Function ในการสืบค้น 10 คีย์เวิร์ดที่เกี่ยวข้องกับกาแฟ เช่น Blue, Nutt หรือ Medium เป็นต้น คีย์เวิร์ดละ 200 ครั้ง และหาค่าเฉลี่ยของแต่ละคีย์เวิร์ด โดยมีผลลัพธ์ดังตารางที่ 4.1 แผนภูมิที่ 4.1 และแผนภูมิที่ 4.2

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบ Query ของทั้งสามเทคนิควิธี

Keyword	FastAPI No Endpoint	Laravel With Endpoint	FastAPI With Endpoint
1	0.016439 (sec)	0.015305 (sec)	0.008825 (sec)
2	0.015442 (sec)	0.013421 (sec)	0.008995 (sec)
3	0.016203 (sec)	0.015408 (sec)	0.009530 (sec)
4	0.016558 (sec)	0.013479 (sec)	0.008851 (sec)
5	0.016257 (sec)	0.013775 (sec)	0.008307 (sec)
6	0.016205 (sec)	0.012863 (sec)	0.008587 (sec)
7	0.016395 (sec)	0.013144 (sec)	0.009086 (sec)
8	0.016655 (sec)	0.012870 (sec)	0.008790 (sec)
9	0.016633 (sec)	0.012718 (sec)	0.008545 (sec)
10	0.015780 (sec)	0.012367 (sec)	0.008404 (sec)
Average	0.016257 (sec)	0.013535 (sec)	0.008792 (sec)



แผนภูมิที่ 4.1 ผลการทดสอบความเร็วในกระบวนการสืบค้นข้อมูลในรูปแบบแผนภูมิแท่ง



แผนภูมิที่ 4.2 ผลการทดสอบความเร็วในกระบวนการสืบค้นข้อมูลในรูปแบบแผนภูมิเชิงเส้น

จากผลการทดสอบพบว่าเทคนิควิธีที่ 3 ซึ่งใช้ Python ร่วมกับเฟรมเวิร์ค FastAPI และ SPARQLWrapper ไลบรารี พร้อมกับใช้ Endpoint ของ Apache Jena Fuseki เซิร์ฟเวอร์ แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในกระบวนการการสืบค้นข้อมูลได้เร็วที่สุด โดยใช้เวลาในการประมวลผลเฉลี่ยที่ต่ำกว่าวิธีที่ 2 ซึ่งใช้ PHP กับเฟรมเวิร์ค Laravel และ ไลบรารีอย่าง EasyRDF พร้อมกับใช้ Endpoint ของ Apache Jena Fuseki โดยมีเวลาเฉลี่ยต่างกันอยู่ที่ 0.004743 วินาที คิดเป็นร้อยละ 20.1 และยังมีเร็วกว่าวิธีที่ 1 ซึ่งใช้ Python ร่วมกับเฟรมเวิร์ค FastAPI และไลบรารี RDFlib โดยมีเวลาเฉลี่ยต่างกันอยู่ที่ 0.007465 วินาที คิดเป็นร้อยละ 84.9

ผลการทดสอบนี้แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของระยะเวลาในการประมวลผลอย่างชัดเจน แม้ว่าวิธีที่ 1 และวิธีที่ 3 จะใช้ภาษา Python เหมือนกัน แต่เวลาในกระบวนการค้นหาเร็วกว่าถึงร้อยละ 80 ความแตกต่างที่เห็นได้ชัดเจนระหว่างทั้งสองระบบนี้เกิดจากการเลือกใช้ SPARQL Endpoint ในการประมวลผล โดยแม้ว่าวิธีที่ 2 จะใช้ SPARQL Endpoint เช่นเดียวกันกับวิธีที่ 3 แต่ก็ยังแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในกระบวนการค้นหาข้อมูลที่สูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีที่ 1 ความแตกต่างนี้อาจเกิดขึ้นจากการเลือกใช้ Laravel Framework ซึ่งประมวลผลโดยใช้ PHP ถึงอย่างนั้นขนาดข้อมูลใน Ontology อาจส่งผลต่อเวลาในการประมวลผล อย่างไรก็ตาม ความแตกต่างของเวลาในการประมวลผลโดยประมาณมีแนวโน้มที่จะคงที่

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบโดยใช้ F - Measure ดังแสดงในสมการที่ 1 ที่ให้ไว้ด้านล่าง ถูกนำมาใช้ในการดำเนินการประเมินเปรียบเทียบระหว่างระบบที่ใช้ออนโทโลยีเปรียบเทียบกับระบบค้นหาที่ไม่ได้ใช้ออนโทโลยี [18] ซึ่งจากผลการทดสอบระบบที่ใช้ออนโทโลยีมีประสิทธิภาพมากกว่าถึงร้อยละ 17 ดังตารางที่ 4.2

$$F - measure = 2 \times \frac{Precision \times Recall}{Precision + Recall} \quad (1)$$

ตารางที่ 4.2 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบที่ใช้ออนโทโลยีกับระบบที่ไม่ใช้ออนโทโลยี ด้วย F - Measure

Keywords	F-Measure	
	Coffee Search System [18]	OwlCoffee System
Blu	0.56	0.71
Nutt	0.56	0.70
Nuts	0.57	0.75
Tobacco	0.53	0.80
Fruity	0.70	0.78
Brazilian	0.57	0.74
Light Roast	0.59	0.73
Medium	0.67	0.80
Thai	0.60	0.84
Washed	0.60	0.70
Average	0.59	0.76

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

จากการคิดค้นออกแบบพัฒนาระบบสืบค้นข้อมูลกาแฟโดยประยุกต์ใช้ออนโทโลยีโดยผู้พัฒนาได้เล็งเห็นถึงปัญหาความล่าช้าของกระบวนการการสืบค้นข้อมูล และการค้นหาข้อมูลให้ตรงความต้องการของผู้ใช้ซึ่งผู้ใช้อาจมีความรู้ในการเลือกสรรเมล็ดกาแฟไม่เพียงพอ

ผู้วิจัยจึงได้จัดทำระบบค้นหาข้อมูลกาแฟโดยประยุกต์ใช้ออนโทโลยี ซึ่งเริ่มจาก รวบรวมข้อมูลกาแฟ และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และออกแบบออนโทโลยี พัฒนาเป็นระบบสืบค้นข้อมูลกาแฟ OwlCoffee จากการพัฒนาระบบ ผู้วิจัยเล็งเห็นว่าสามารถเพิ่มความเร็วในกระบวนการการสืบค้นข้อมูลได้ จึงทำการวิเคราะห์และออกแบบเทคนิควิธีสำหรับระบบในการประมวลผลข้อมูลจากออนโทโลยีกาแฟ และคิดค้นเทคนิควิธีได้ 3 รูปแบบ คือ เทคนิควิธีการที่ 1 ใช้ภาษา Python ร่วมกับ FastAPI เฟรมเวิร์ค (Framework), เทคนิควิธีที่ 2 ใช้ภาษา PHP ร่วมกับ Laravel เฟรมเวิร์ค โดยใช้ Sparql Endpoint และเทคนิควิธีการที่ 3 ใช้ภาษา Python ร่วมกับ FastAPI เฟรมเวิร์ค (Framework) และ Sparql Endpoint จากผลการทดสอบประสิทธิภาพและความเร็ว อาจจะเป็นเพราะภาษา Python มีประสิทธิภาพมากกว่า ภาษา PHP และการใช้ Endpoint จาก Apache Jena Fuseki เข้ามาช่วย ในการ Sparql Query ทำให้ผลลัพธ์ที่ออกมาเร็วกว่าอีกสองวิธีอยู่ถึง ร้อยละ 84.9 และจากการประเมินประสิทธิภาพความแม่นยำ ในการค้นหาข้อมูล โดยการใช้ดัชนี F-measure ซึ่งพบว่ามีความแม่นยำมากกว่าระบบที่ไม่ได้ใช้ออนโทโลยี [18] ถึงร้อยละ 17

อภิปรายและสรุปผลการดำเนินการ

หลังจากได้พัฒนาระบบสืบค้นข้อมูลกาแฟ OwlCoffee เสร็จสิ้นแล้ว ในการทดสอบขั้นตอนสุดท้ายสรุปได้ว่า ระบบสืบค้นข้อมูลกาแฟ OwlCoffee นั้น สามารถทำงานได้อย่างถูกต้องตามที่ได้วิเคราะห์ระบบงานไว้

ส่วนของระบบ OwlCoffee นั้นสามารถใส่คำค้นหาข้อมูลและทำการสืบค้นได้อย่างแม่นยำ ตรงกับความต้องการของผู้ใช้ และยังให้ความแม่นยำมากกว่าระบบที่ไม่ได้ใช้ออนโทโลยีถึงร้อยละ 17 โดยยังให้ความเร็วในกระบวนการสืบค้นข้อมูลได้เร็วกว่าวิธีการอื่นถึงร้อยละ 84.9 หลังจากทดสอบระบบในขั้นตอนสุดท้ายพบว่ามีความผิดพลาดน้อยมากในการค้นหาข้อมูลกาแฟ และมีประสิทธิภาพมาก แม้ว่าคำค้นหา ข้อมูลกาแฟ นั้นเป็นคำที่ใกล้เคียง คล้ายกัน หรือ คนละคำ แต่มีความหมายอย่างเดียวกัน

จากการดำเนินงานพัฒนาและใช้งานระบบ จะพบว่าประสิทธิภาพของระบบ OwlCoffee โดยประยุกต์ใช้ออนโทโลยี มีผล 3 ด้าน ดังนี้

1.ด้านโครงสร้าง

ได้มีการออกแบบเว็บไซต์ให้มีความสบายตาและมองเห็นได้ชัดเจน สำหรับผู้ใช้งานทุกระดับ

2.ด้านการใช้งาน

ไม่มีความซับซ้อนยุ่งยากในการใช้งาน ลดความผิดพลาดในการทำงานและให้ความเร็วในการค้นมากกว่าระบบงานเดิม

3.ด้านประโยชน์

ลดความล่าช้าและผิดพลาดในการทำงาน รวมถึงช่วยให้ผู้ใช้เลือกสรรเมล็ดกาแฟได้ตรงกับความต้องการของตนเพื่อประกอบการตัดสินใจ เพื่อพัฒนาธุรกิจในการกาแฟ

ข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนา

ภาษาที่ใช้ในการค้นหา ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบระบบการค้นหา โดยสามารถที่จะใช้ภาษาในการค้นหาได้ทั้งหมด 2 ภาษา ได้แก่ ภาษาไทย และ ภาษาอังกฤษ โดยผู้วิจัยเห็นว่าในปัจจุบันได้มีการเปลี่ยนแปลงวัฒนธรรมและภาษาในการพูดที่หลากหลาย แม้แต่ประเทศไทยก็ยังมีภาษา และสำเนียงในการพูดที่แตกต่างกันออกไป หากมีการเพิ่มภาษาในมากกว่า 2 ภาษา จะรองรับผู้ใช้งานที่ หลากหลายมากยิ่งขึ้น

ระบบยังมีคำค้นหาที่ไม่หลากหลายจากหัวข้อข้างต้นมีการเพิ่มภาษา สิ่งที่จะต้องเพิ่มต่อจากภาษา คือ คำค้นหาที่คล้ายคลึงและคล้องจองกับภาษา ผู้วิจัยเล็งเห็นว่าการเพิ่มคำค้นหาที่มากขึ้นจะช่วยเพิ่มความหลากหลายในการใช้งาน และเพิ่มประสิทธิภาพในการค้นหาที่มากขึ้นกว่าระบบงานเดิม

อย่างไรก็ตามผู้วิจัยพบว่ามีข้อจำกัดบางประการในงานวิจัยนี้คือ ระบบยังมีข้อมูลการแพ ไม่มาก หากผู้สนใจต้องการจะพัฒนาต่อ อาจเพื่อข้อมูลกาแฟหรือสายพันธุ์ เพื่อให้ผู้บริโภคสืบค้นข้อมูลได้ตรงกับความต้องการมากขึ้น หรือทดลองใช้กับภาษาที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น Golang เพื่อปรับปรุงวิธีการสืบค้นในการพัฒนาวิจัยต่อไป

บรรณานุกรม

- [1] วิไลรัตน์ ยาทองไชย. (2560). ออนโทโลยีกับการพัฒนาฐานความรู้. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 1(2), 47-58.
- [2] วรงค์พร คณาวรงค์. (2557). การพัฒนาออนโทโลยีแหล่งท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม. สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- [3] รัฐณวัฒน์ นิธิวิทย์. (2563). ระบบแนะนำ แหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติอำเภอเขาชัยด้วยหลักการออนโทโลยี. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 9(2), 515-522.
- [4] สุขานันท์ อ้นถาวร. (2560). การพัฒนาออนโทโลยีสำหรับธุรกิจขายภาพออนไลน์. คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม.
- [5] ราชนิธิ์ ทิพย์เสนา. (2561). การพัฒนาฐานความรู้ออนโทโลยีสำหรับภาษาชนพื้นเมืองแหล่งโบราณคดีบ้านเชียงจังหวัดอุดรธานี. สมาคมห้องสมุดแห่งประเทศไทย, 11(1), 18-32.
- [6] วรราชพร อารยะพันธ์ และพัชรา พนมมิตร. (2562). การพัฒนาออนโทโลยีความรู้ด้านผ้าล้านนา. มนุษยศาสตร์สาร, 20(2),
- [7] สุรินทร์ อุ่นแสน และเศรษฐพงศ์ วงษ์อินทร์. (2563). การพัฒนาออนโทโลยีสำหรับสืบค้นลวดลายตะกร้าเชือกปางแบบเมทริกซ์. วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์, 15(1). 1-12.
- [8] Abolghasem Sadeghi-Niaraki, Maryam Shakeri and Soo-Mi Choi. (2565). An ontological data model for points of interest (POI) in a cultural heritage site Babak Ranjgar, Heritage Science, 10(13), 1-22. <https://doi.org/10.1186/s40494-021-00635-9>
- [9] Protégé. (2016-2020). Form the Board of Trustees of the Leland Stanford Junior University, <https://protege.stanford.edu/>
- [10] The Coffee Taster's Flavor Wheel. (2016). From notbadcoffee, <https://notbadcoffee.com/flavor-wheel-en/>
- [11] Python. (2021-2023). Form Python Software Foundation. <https://www.python.org/>
- [12] RdfLib. (2009-2020). Form RdfLib Team,. <https://pypi.org/project/rdfLib/>
- [13] FastAPI. From Material for Mkdocs Insiders. <https://fastapi.tiangolo.com/>
- [14] Laravel. (2011-2023) From Laravel LLC,. <https://laravel.com/docs/10.x>
- [15] Nicholas Humfrey. EasyRDF. <https://www.easyrdf.org/>
- [16] Apache Jena Fuseki. (2011-2023). From the Apache Software Foundation. <https://jena.apache.org/documentation/fuseki2/>
- [17] SPARQL Endpoint interface to Python. <https://sparqlwrapper.readthedocs.io/en/latest/>
- [18] Koph, <https://koph.co/catalog>

ภาคผนวก

การนำเสนอบทความวิจัยในงานประชุมวิชาการระดับนานาชาติ

The 2024 Asia Joint Conference on Computing (AJCC2024)

ผลงานวิจัย

บทความวิจัย

Phaekhiao, K., Khankasikam, K. and Nuntawong, C. (2024, February 21-22). *A Comparison of the Effectiveness of Ontology-Driven Information System Development Tools* [Paper Presentation]. The 2024 Asia Joint Conference on Computing (AJCC2024), Mahasarakham University, Mahasarakham, Thailand.

การเผยแพร่

1. นำเสนอผลงานวิจัยภาคบรรยาย (Oral Presentation) ในงานประชุมวิชาการระดับนานาชาติ The 2024 Asia Joint Conference on Computing (AJCC2024) วันที่ 21-22 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2567 ณ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จ.มหาสารคาม

2. บทความวิจัยได้รับเลือกเพื่อตีพิมพ์ในวารสาร ICIC Express Letters, Part B: Applications & International Journal of Innovative Computing, Information and Control (IJICIC) ที่อยู่ในฐานข้อมูล Scopus (Q3)

แหล่งสืบค้น

<https://edas.info/web/ajcc2024/program.html>

A Comparison of the effectiveness of Ontology-driven Information System development tools

Kittisak Phaekhiao, Krisda Khankasikam and Chayan Nuntawong^{*[0000-0001-6215-0061]}

Faculty of Science and Technology

Nakhon Sawan Rajabhat University, Nakhon Sawan 60000, Thailand

kittisak.ph@nsru.ac.th; krisda.k@nsru.ac.th; *Corresponding author: chayan@nsru.ac.th

Received October 2019; accepted January 2020

ABSTRACT. *In this research, we conduct a comparative analysis of the efficiency in developing information systems for information retrieval by employing ontologies to enhance speed and effectiveness. The primary objective is to design a coffee information search system in the form of a web application, optimizing the information retrieval process from ontologies for maximum efficiency and speed. To achieve this, we explore three different methods: 1) using Python via the FastAPI Framework. 2) using PHP via the Laravel Framework with an additional emphasis on Sparql Endpoint integration. 3) using Python via the FastAPI Framework with an additional emphasis on Sparql Endpoint integration. Our evaluation results indicate that Method 3 demonstrates the shortest average processing time when compared to the other two methods mentioned above. This finding highlights the effectiveness of leveraging Python programming language and FastAPI Framework, combined with Sparql Endpoint integration, in enhancing the speed and efficiency of information retrieval from ontologies. The study sheds light on promising approaches for developing robust and swift information systems, providing valuable insights for researchers and practitioners in the field of information technology and knowledge management. The utilization of ontology not only streamlines data processing but also fosters a more robust and efficient system, ultimately leading to enhanced outcomes and results. The structured nature of ontology ensures a clearer representation of relationships among data elements, fostering more accurate and insightful analyses. Based on the testing results, the processing speed among all three methods exhibits a variation of up to 84.9%, and the average F-measure, when compared with the non-ontology search system, is improved by up to 17%.*

Keywords: Ontology, Web application, Search system, SPARQL

1. Introduction. An ontology serves as a meticulously structured formal representation of concepts, their attributes, and the intricate interconnections among these concepts within a specific domain. It establishes a robust conceptual framework, delving deeply into the realm of abstract ideas. Within the expansive landscape of information and communications technology, ontologies are pivotal, particularly in the development of semantic websites [1]. They propel the Semantic Web forward, delineating the very structure and essence of data employed to convey meaning on the internet. Essentially, an ontology functions akin to a comprehensive knowledge database, manifesting in diverse structural forms.

In the realm of the Semantic Web, ontologies assume a paramount role by not merely encapsulating data but by defining its structure and format in a manner that transcends human and computational understanding. These structured entities serve a profound purpose. They empower computational tools to decipher intricate user queries, amalgamate data from disparate sources, and process this amalgamated data in a manner that holds profound meaning. The significance lies in their ability to impart semantic structures, thereby facilitating the comprehension of meanings and relationships latent within the data.

As the digital sphere experiences an unprecedented surge in available information, a challenge emerges: an abundance of data surpassing the discerning capacity of the end

user. Conventional keyword-based search tools, unfortunately, falter in comprehending the nuanced relationships between data points or interpreting meaning in alignment with user requisites [2]. Paradoxically, the growth in information within ontology technology brings forth a conundrum: the acceleration of information volume inversely impacts the swiftness of data retrieval. Hence, researchers diligently strive to innovate methods for crafting information systems capable of retrieving data from ontologies with optimal efficiency.

The Ontology of representing relationships between words is a knowledge management approach. Relationship groups involve using definitions to create representatives of concepts or knowledge related to specific topics. This establishes connections between terms, descriptions, meanings, attributes, and characteristics, facilitating the expression of relationships. The capabilities of this technology enhance information retrieval accuracy by generating synonyms in certain instances of ontology. Additionally, it also includes providing definitions related to the taste of coffee by referencing the Coffee Taster's Flavor Wheel [13].

A promising avenue of exploration involves utilizing coffee data as an exemplar to design ontologies, subsequently subjecting the developed systems to a battery of diverse techniques for rigorous evaluation. The ultimate objective is to discern the most efficient pattern amid this methodological diversity, thereby ensuring optimal efficiency in data retrieval processes.

2. Related Work. The term 'ontology' is systematically defined as an approach to delineating our field of interest, encompassing concepts, attributes, and their interconnected relationships, all analyzed conceptually [1]. Ontology plays a pivotal role in advancing semantic websites and finds applications across various domains, including tourism [3]. This study focuses on collecting and developing data relevant to tourism, aiming to create an ontology tailored for exploring cultural tourism resources in Thailand. The study utilizes the SPARQL language to query semantic data from the SPARQL ontology database, a standard query language for RDF and OWL, enabling efficient access and management of semantic data in business contexts. Additionally, research efforts extend to formulating ontologies for online image sales businesses [4], where users can conduct searches based on specific keywords or detailed image attributes, reflecting individual preferences in interpreting images.

In the fields of archaeology and local wisdom, research has been directed towards developing an ontology for pottery artifacts at Ban Chiang, Udon Thani Province, Thailand [5]. With advancements in information technology, storing data solely in databases is deemed insufficient. Researchers have gathered information on Ban Chiang pottery artifacts, leading to the efficient design and development of a comprehensive ontology for these artifacts. Another study [6] focuses on creating a knowledge ontology for traditional textiles of the Lanna community. Challenges faced by librarians and service providers in organizing and analyzing information related to Lanna textiles stem from varied terminologies used in different regions. [7] has led to the development of an ontology for analyzing patterns in straw baskets in the Khlong Bang Singh community, Suan Phrik Thai District, Pathum Thani Province. The application of ontology, incorporating matrix-formatted data on straw basket patterns, proved meaningful and efficient. The ontology was tested using a web-based semantic application format, optimizing storage space and expediting searches by replacing image storage with numerical representations of straw basket colors.

Furthermore, research has been dedicated to creating an ontology for Points of Interest (POI) in cultural heritage sites over the past two decades [8]. Globally, attempts have been made to collate and integrate cultural heritage data using semantic web technology,

particularly in Cultural Heritage (CH) ontology. This model merges spatial information with heritage data, enabling users to explore desired information about various heritage sites. Protégé was employed for ontology development, and Apache Jena Fuseki was used to create a triple store and Sparql Endpoint for storing and querying semantic data using the SPARQL query language.

SPARQL queries using different tools exhibit variations in speed. As outlined in [9], the outcomes of this study underscore the efficacy of the suggested methodology in overcoming the hurdles related to online SPARQL property path queries. Additionally, [10] highlights significant performance enhancements, surpassing existing methods by an order of magnitude, thereby enabling interactive-time SPARQL query processing on Hadoop. The study detailed in [11] concludes by showcasing the results of diverse performance evaluations, affirming that the proposed framework excels in processing SPARQL queries within a distributed RDF graph environment when compared to current approaches.

In summary, the diverse applications of ontology highlight its significance in semantic web development. This study underscores the need for efficient information retrieval processes, paving the way for envisioning an information system designed to swiftly retrieve data from ontologies, ensuring maximum efficiency and effectiveness in information retrieval processes.

3. System design and architecture.

3.1. Ontology Design

We utilize the coffee data acquired, then developed a coffee ontology (Coffee.owl) using Protégé [12]. This ontology comprises classes such as Coffee (referring to coffee), Origin (indicating the country of origin), Process (representing the production method), Roasted (denoting the roasting level), Roaster (indicating the entity responsible for roasting), Roasting Note. (Describing the coffee flavor level), Strains (indicating the coffee breed), Tastenote (representing the test note), and subclasses including Acidity (indicating sourness level), Body (representing intensity level), and Sweetness (denoting sweetness level). Additionally, the ontology incorporates detailed test notes of coffee, organized according to coffee taster's flavor wheel [13]. To enhance efficient data retrieval, synonym information is incorporated in instances. This ensures effective search capabilities within the ontology. All classes of Coffee.owl as shown in Figure 1.

Each class has a coffee instance and is typed into the ontology. Each instance has an associated Data Property. with the composition of each type of coffee as shown in Figure 2.

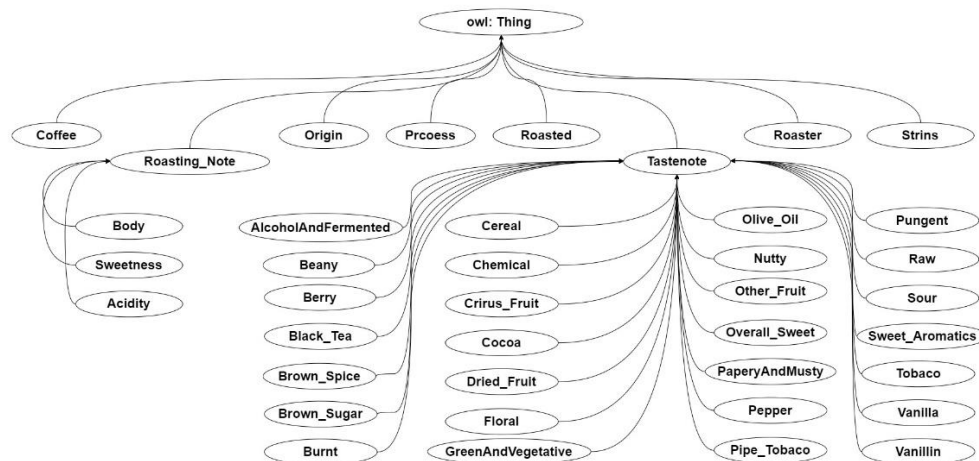


FIGURE 1. Class in Coffee Ontology (coffee.owl)

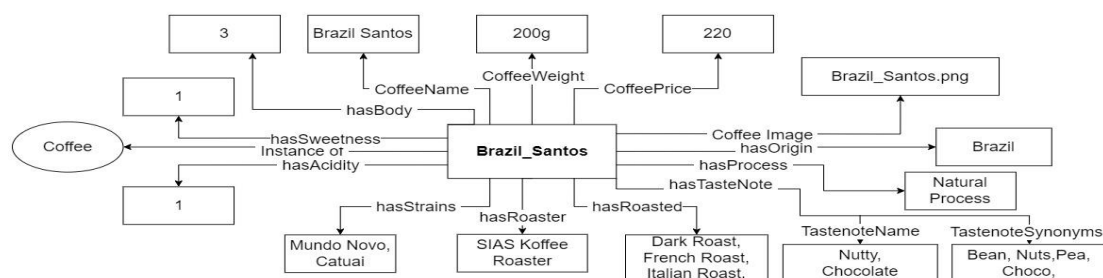


FIGURE 2. Example of the properties in an instance in the Coffee.owl ontology.

3.2 System architecture

We devised the architectural framework for the information system dedicated to coffee data retrieval. The specific details of this system architecture are illustrated in Figure 3.

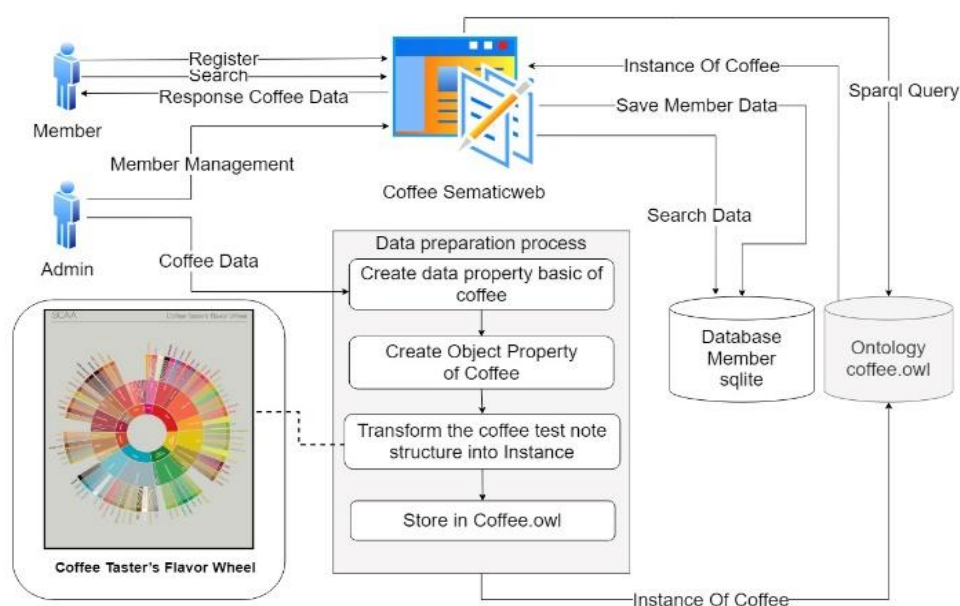


FIGURE 3. System Architecture

In this system, the administrator collects coffee-related data and creates instances of Coffee within the Owl ontology following the specified procedure. When users access the search page, the system executes SPARQL Query commands against the Ontology database (coffee.owl) using the provided search keywords. Upon finding instances that match the search criteria, the system displays relevant information about all types of coffee associated with the user's query.

3.3 System Development Methods

We recognized the importance of efficiency and system speed, leading to the design incorporating techniques and tools studied from relevant research works. Three methods were devised, namely:

Methodology 1: Using Python via FastAPI Framework

In this methodology, the system is developed using Python [14]. When a user initiates a data request for coffee-related information, the RDFlib library [15] initializes graph data using the 'coffee.owl' file hosted online at (www.kawcz9.com/coffee.owl) It conducts SPARQL queries and subsequently delivers the data to FastAPI [16], a framework used for converting the data into JSON format. FastAPI then transmits the formatted data back to the user.

Methodology 2: Using PHP via Laravel Framework and Sparql Endpoint

This approach employs the Laravel framework [17], a popular PHP web framework. Users trigger the data request, which activates EasyRDF [18], a library proficient in graphing data using the Apache Jena Fuseki run [19] Sparql Endpoint. An endpoint is a specific URL or URI (Uniform Resource Identifier) that serves as the access point for a particular service. In the case of SPARQL, the endpoint is the URL where you can send SPARQL queries to interact with RDF data. Apache Jena Fuseki processes the SPARQL queries directed to the '/Coffee' dataset where the 'coffee.owl' data is graphed. Laravel converts the acquired data into JSON format and returns it to the user.

Methodology 3: Using Python via FastAPI Framework and Sparql Endpoint

Similar to Methodology 1, Python serves as the foundation for system development. However, in this approach, the SPARQL Wrapper library [20] is utilized. Different that It interfaces with the Apache Jena Fuseki run Sparql Endpoint to dispatch SPARQL queries to the '/Coffee' dataset, where the 'coffee.owl' data is graphed. FastAPI processes the received data, converting it into JSON format before transmitting it back to the user.

We have conducted an experiment comparing Method 1 and 2 (see Table 1), and it was found that the processing time does not differ significantly. Therefore, we have designed Method 3, combining aspects of both Method 1 and 2. Method 1 serves as the primary method, with the addition of Apache Jena Fuseki from Method 2. This decision was made based on the observation that Method 1 demonstrated faster performance.

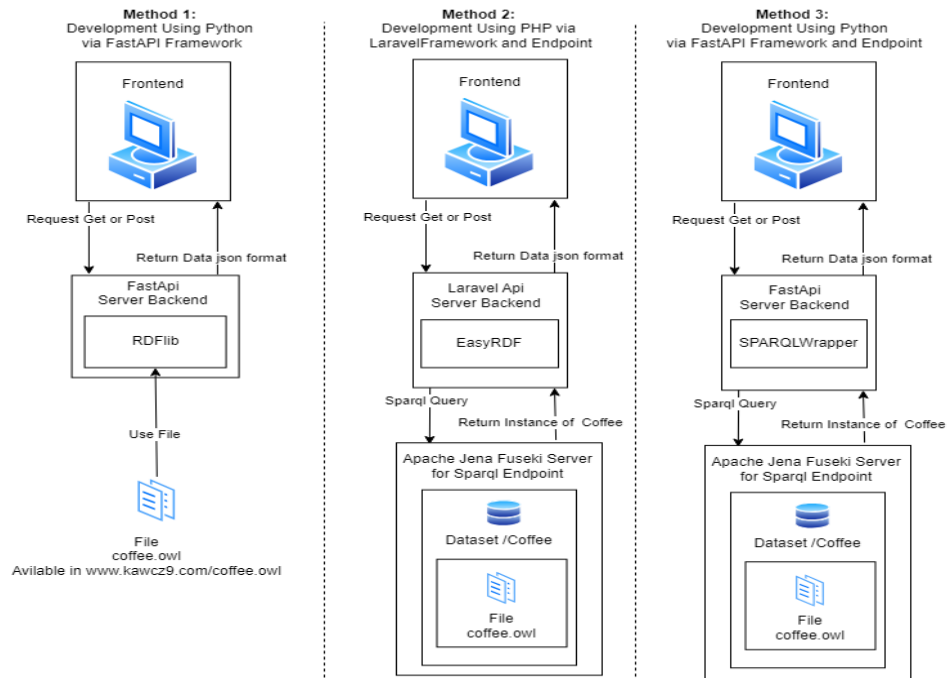


FIGURE 4. Three techniques and methods for designing information systems for searching information from ontologies.

4. Testing and results We have developed an information system using all 3 methods in Section 3.3. All 3 systems work in the Web Application platform and search data from the Coffee.owl ontology as well. The user can input the desired keyword and press search. The system will search for information. and send the information back to be displayed on the screen The user can then click to view the details of that coffee, which will display details as shown in Figure 5. From this screen, the user can also click on origin, species, production method, etc. to be a keyword. To continue searching for other coffee.

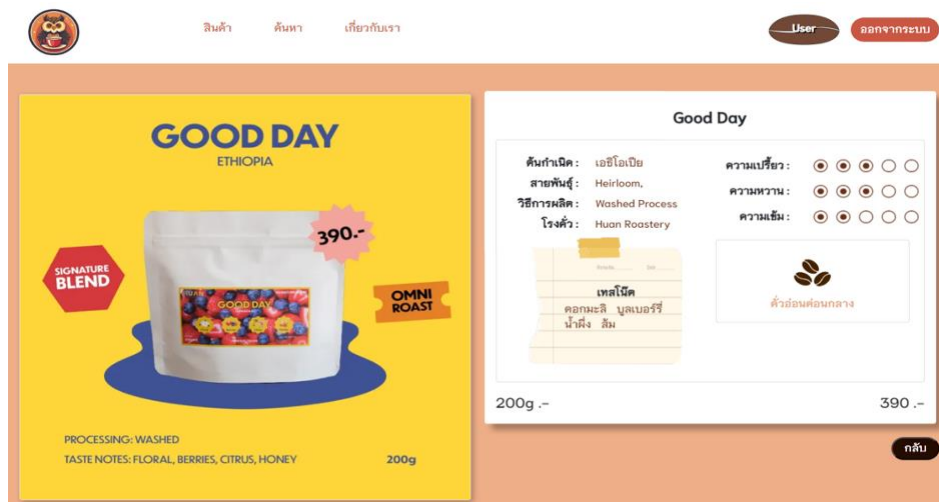


FIGURE 5. Example of coffee details display screen

With tested searches from the three information systems developed using all three techniques. To find the efficiency results of the system that can process and display search results the fastest, use Keywords to search 10 keywords, search each keyword 200 times and find the average time used to process each keyword. and the results are as shown in Table 1 and the comparison is shown in the form of a graph in Figure 7.

TABLE 1. Query test results of all three techniques

Keyword	Processing Time (Sec)		
	Method 1	Method 2	Method 3
Blu	0.016439	0.015305	0.008825
Nutt	0.015442	0.013421	0.008995
Nuts	0.016203	0.015408	0.009530
Tobacco	0.016558	0.013479	0.008851
Fruity	0.016257	0.013775	0.008307
Brazilian	0.016205	0.012863	0.008587
Light Roast	0.016395	0.013144	0.009086
Medium	0.016655	0.012870	0.008790
Thai	0.01663	0.012718	0.008545
Washed	0.015780	0.012367	0.008404
Average	0.016257	0.013535	0.008792

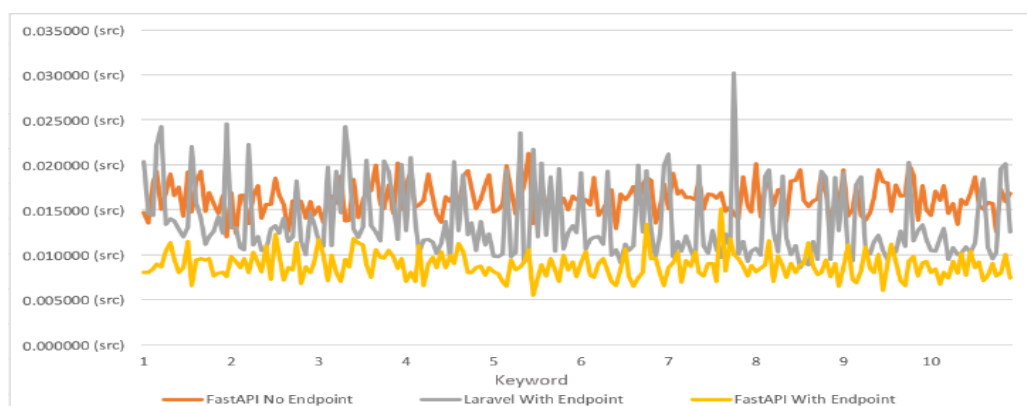


FIGURE 6. Test results of all three techniques to compare efficiency

In the testing results, it was found that Method 3, which utilizes Python in conjunction with the FastAPI framework and the SPARQLWrapper library, along with Apache Jena Fuseki Sparql Endpoint, demonstrated the fastest search efficiency. It yielded an average processing time faster than Method 2, which used PHP with the Laravel framework and the EasyRDF library, along with Apache Jena Fuseki Sparql Endpoint, by 0.004743 seconds (20.1%), and was also faster than Method 1, which used Python with the FastAPI framework and the RDFlib library, by 0.007465 seconds (84.9%).

These test results clearly show that, even though both Method 1 and Method 3 utilized Python and FastAPI for system development, there was a significant difference in average processing time of more than 80%. The notable distinction between these two systems lies in the choice of using the Sparql Endpoint for processing. Method 2, despite using the same Sparql Endpoint as Method 3, demonstrated higher processing efficiency compared to Method 1. This disparity could be attributed to the distinct difference in the use of the Laravel Framework, which processes using PHP. Nevertheless, the data size in the ontology may impact processing time; however, the difference in estimated processing time is likely to remain constant. Furthermore, the F-measure index as illustrated in the formula (1), provided below, is employed to conduct a comparative assessment between the general coffee search system [21] and the ontology-based system, serving as an essential element in a qualitative evaluation. When compared with the non-ontology search system, is improved by up to 17%.

$$F - measure = 2 \times \frac{Precision \times Recall}{Precision + Recall} \quad (1)$$

TABLE 2. The F-measure of a general coffee search system versus a Coffee Ontology system

Keywords	F-Measure	
	Coffee Search System [21]	OWLCoffee System
Blu	0.56	0.71
Nutt	0.56	0.70
Nuts	0.57	0.75
Tobacco	0.53	0.80
Fruity	0.70	0.78
Brazilian	0.57	0.74
Light Roast	0.59	0.73
Medium	0.67	0.80
Thai	0.60	0.84
Washed	0.60	0.70
Average	0.59	0.76

5. Conclusion and further work This research delves into the foundational principles of ontology design, aiming to facilitate rapid and efficient data retrieval. The study concentrates on comprehending the challenges and significance inherent in coffee-related data. Subsequently, the researcher developed the Coffee.owl ontology. The investigation rigorously tested and compared three distinct data retrieval methods from the Coffee.owl ontology, seeking to identify the most efficient and expedient approach. The results unequivocally demonstrated that the information system developed using Python in tandem with the FastAPI framework, coupled with the SPARQLWrapper library and Apache Jena Fuseki Sparql Endpoint, exhibited the highest search efficiency.

The study revealed that Python's efficiency, in combination with the utilization of the Apache Jena Fuseki Sparql Endpoint for executing SPARQL queries, significantly

contributed to the superior performance of the system. This research outcome stands as a valuable guideline for individuals interested in selecting optimal methods for developing information systems geared towards extracting data from diverse ontologies. However, it is essential to acknowledge certain limitations identified in this study. The designed ontology, although comprehensive, had limited coffee-related data.

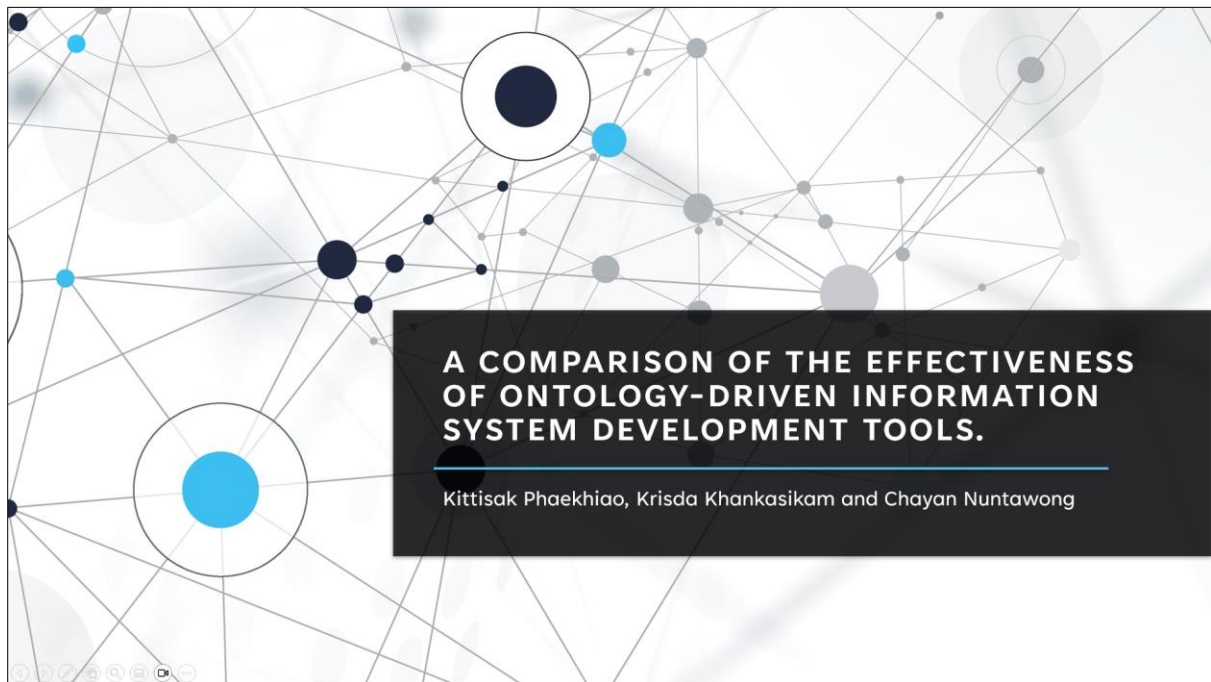
For future development, it is imperative to incorporate additional coffee-related information or varieties, aligning with the diverse needs of consumers. Moreover, exploring more efficient programming languages such as Golang could potentially enhance search efficiency, providing valuable avenues for further research and development.

REFERENCES

- [1] W. Yathongchai, Ontological with Knowledge Based Development, Journal of Science and Technology, vol.1, no.2, pp.48, 2020.
- [2] W. Kanawarong, The Development of a Cultural Tourist Attraction Ontology, Suranaree University of Technology. 2014.
- [3] T. Nithiyuwit, Recommendation System Khao Kho Natural Tourism by Ontology, Science and Technology Journal Mahasarakham University, vol.9, no.2, pp.515-522, 2020.
- [4] S. Aonthavorn, Ontology Development for Stock Photography Business. Sripatum University, 2017.
- [5] R. Tipsena, Development an Ontology Knowledge Base for Clay Pottery of TLA Research Journal Ban Chiang Archaeological Site, Udon Thaniprvince, vol.11, no.1, pp.18-32. 2018
- [6] W. Arayaphan and P. Panommit, Ontology Development for Knowledge of Lanna Textiles, Journal of Human Sciences, vol.20, no.2, pp.133-170, 2014
- [7] S. Aunsan, S. Wong-In, P. Wongpattananipap. Ontology Development for Searching the Matrix Patterns of Plastic Rope Basket, Academic Journal, vol.15 no.1, pp.1-12, 2020.
- [8] B. Ranjgar, A. Sadeghi-Niaraki, M. Shakeri and Soo-Mi Choi, An ontological data model for points of interest (POI) in a cultural heritage site, Ranjgar et al. Heritage Science, vol.10, no.13, pp.1-22, 2022.
- [9] J. Aimonier-Davat, H. Skaf-Molli, P. Molli, Processing SPARQL Property Path Queries Online with Web Preemption, Form LS2N – University of Nantes, France, vol.1273, pp.57-72, 2021.
- [10] A. Schätzle, M. Przyjaciół-Zablocki, A. Neu, and G. Lausen, Sempala: Interactive SPARQL Query Processing on Hadoop, From Department of Computer Science, University of Freiburg, vol.8796, pp. 164–179, 2014
- [11] J. Lim, B. Kim, H. Lee, D. Choi, K. Bok, J. Yoo, An Efficient Distributed SPARQL Query Processing Scheme Considering Communication Costs in Spark Environments, Applied Sciences, vol.12, no.1, 2021.
- [12] Protégé, Form the Board of Trustees of the Leland Stanford Junior University, 2016-2020. <https://protege.stanford.edu/>
- [13] The Coffee Taster's Flavor Wheel, From notbadcoffee, 2016. <https://notbadcoffee.com/flavor-wheel-en/>
- [14] Python, Form Python Software Foundation, 2021-2023. <https://www.python.org/>
- [15] RdfLib, Form RdfLib Team, 2009-202. <https://pypi.org/project/rdfLib/>
- [16] FastAPI, From Material for Mkdocs Insiders. <https://fastapi.tiangolo.com/>
- [17] Laravel, From Laravel LLC, 2011-2023. <https://laravel.com/docs/10.x>
- [18] Nicholas Humfrey, EasyRDF. <https://www.easyrdf.org/>
- [19] Apache Jena Fuseki, From the Apache Software Foundation, 2011-2023. <https://jena.apache.org/documentation/fuseki2/>
- [20] SPARQL Endpoint interface to Python, <https://sparqlwrapper.readthedocs.io/en/latest/>
- [21] Koph, <https://koph.co/catalog>

ภาพที่ใช้ในการนำเสนอ

ภาพที่ 1

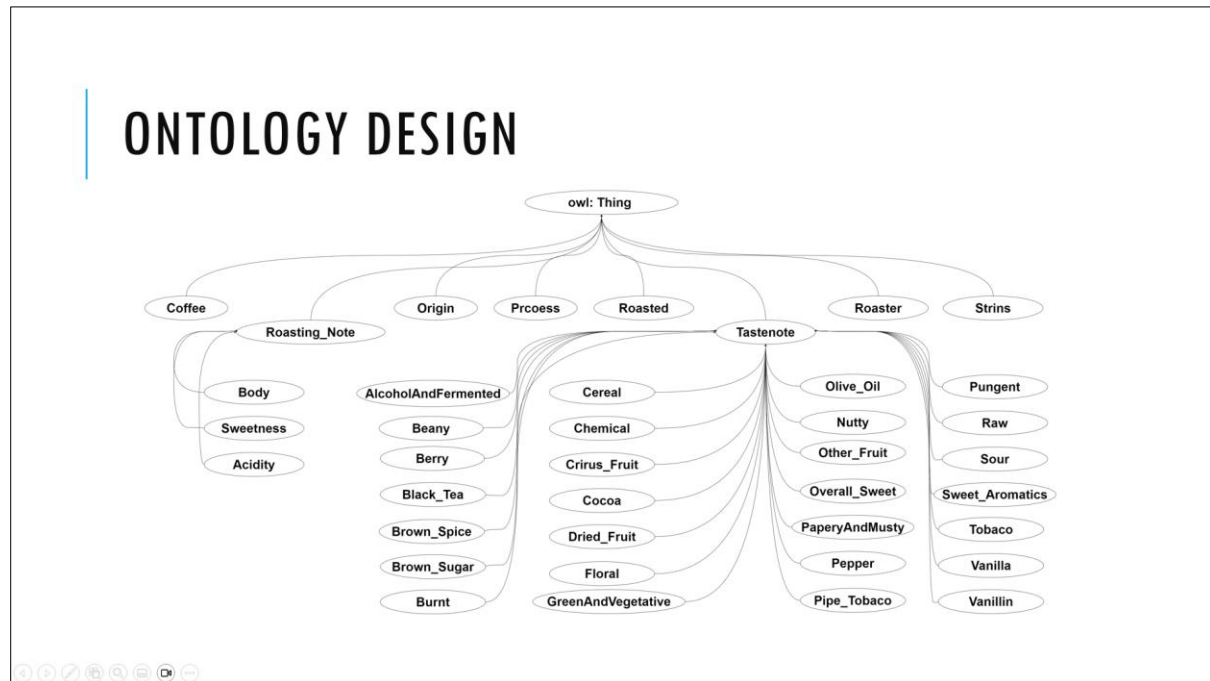


ภาพที่ 2

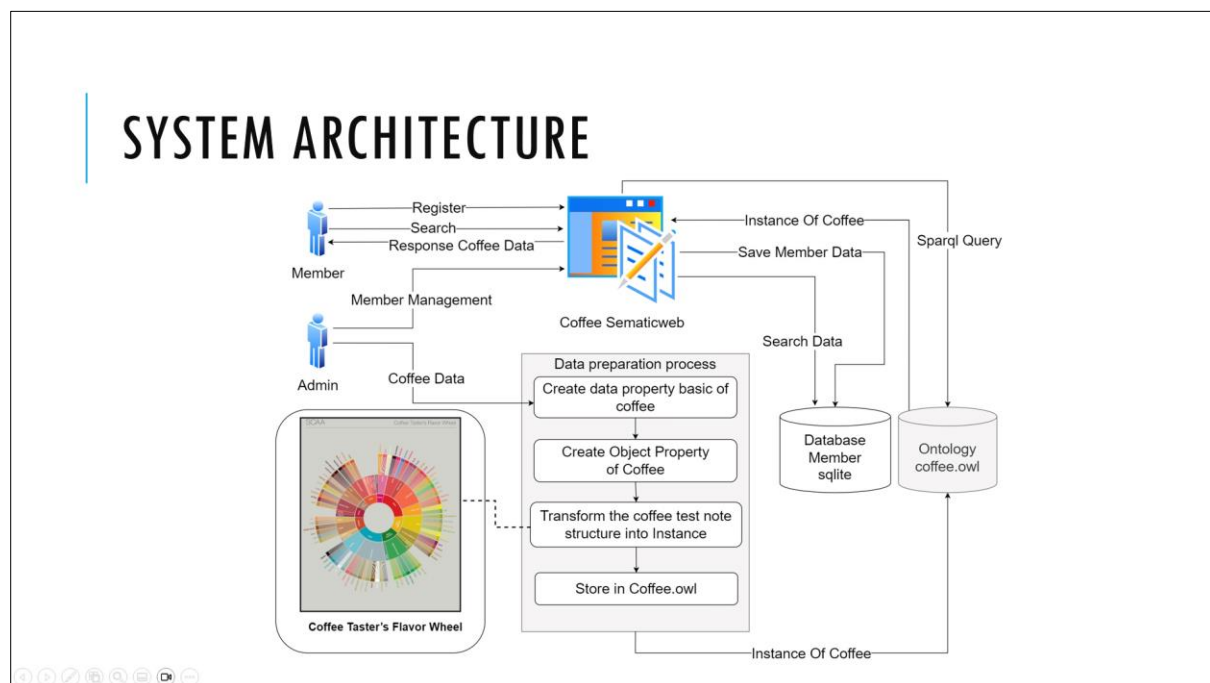
INTRODUCTION

- **Ontology**
 - Manage knowledge about coffee
 - Display information that matches your needs
- **Sematic web**
 - Understand the meaning and relationship of data
- **Current information search problems**
 - The amount of data exceeds the user's ability to interpret.
 - Users don't understand the relevance of the information
 - Processing meaning does not match the needs.
- **Objective**
 - To compare the efficiency of data retrieval processes using the best methods and tools in the data retrieval process.
 - For assessing system efficiency and velocity
 - To tailor the coffee information search to meet the users' needs most effectively.

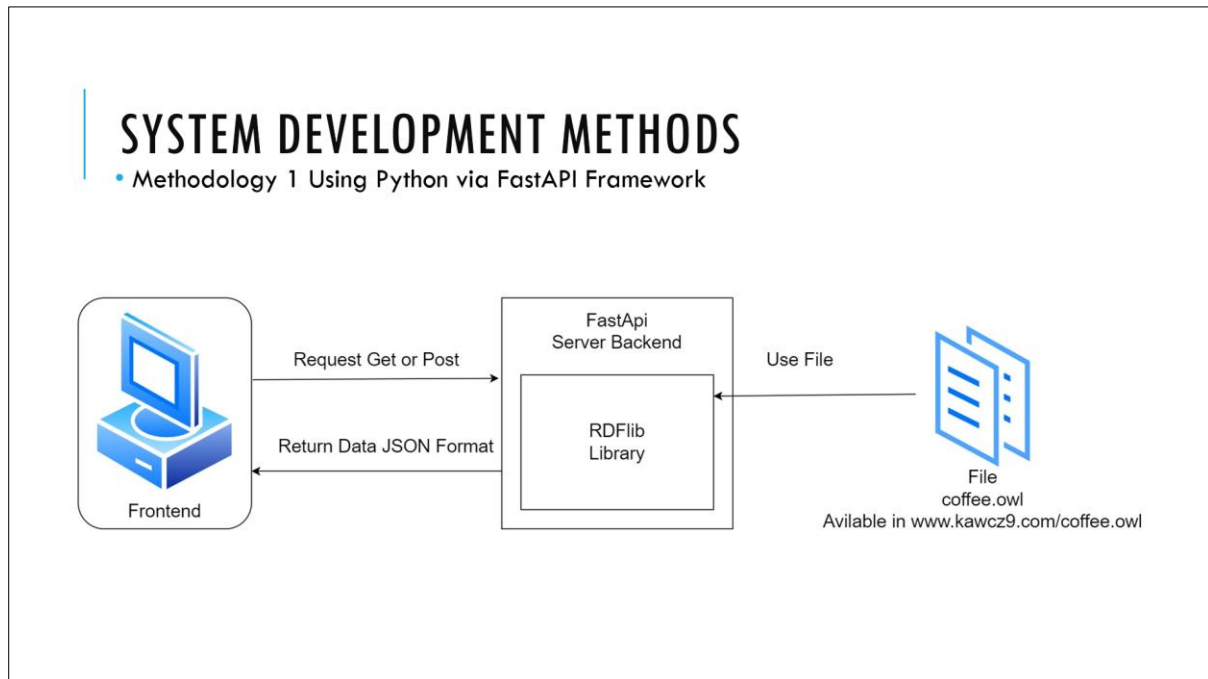
ภาพที่ 3



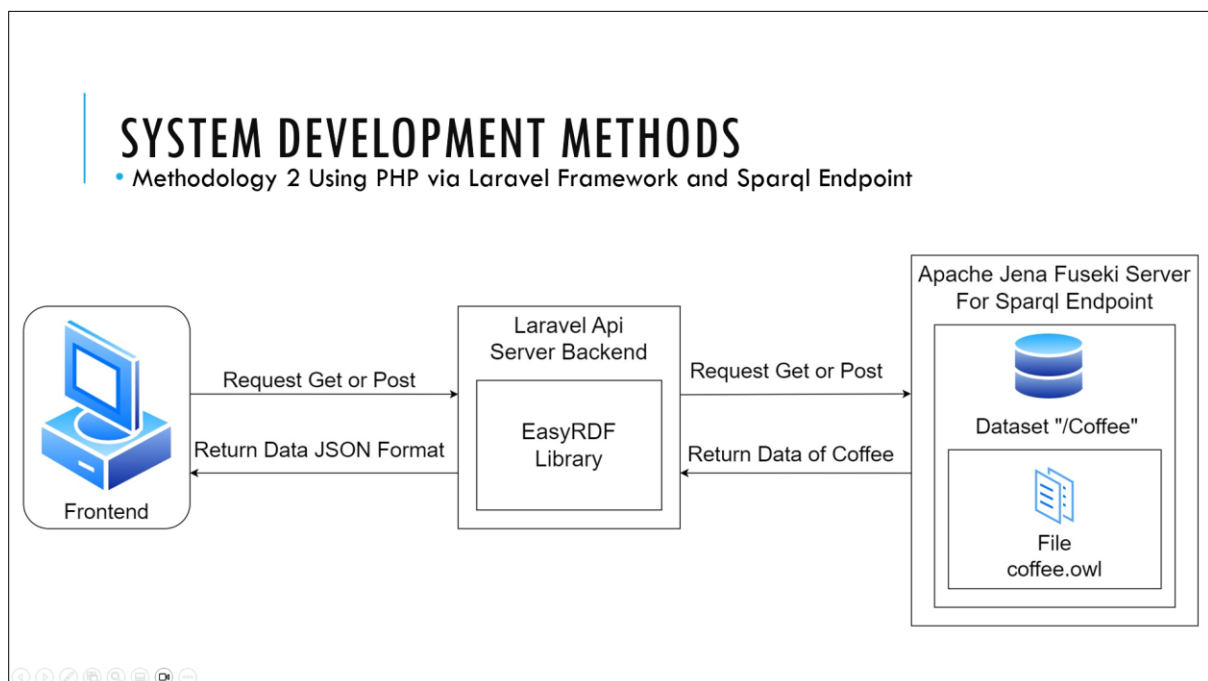
ภาพที่ 4



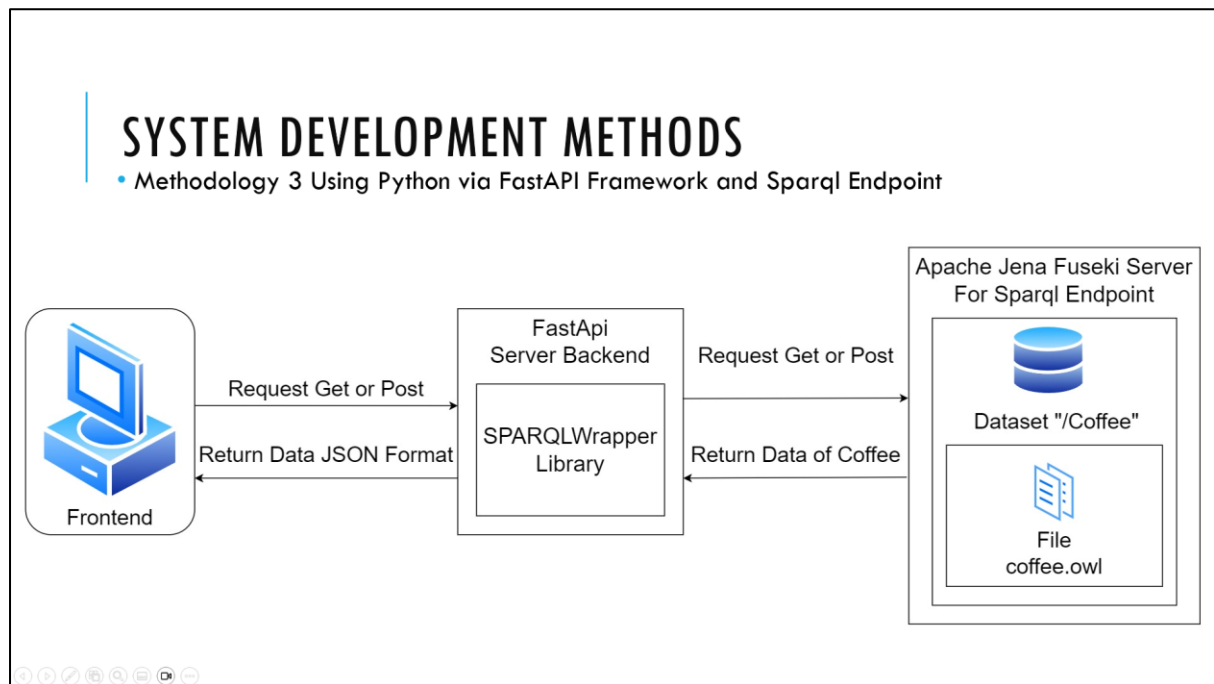
ภาพที่ 5



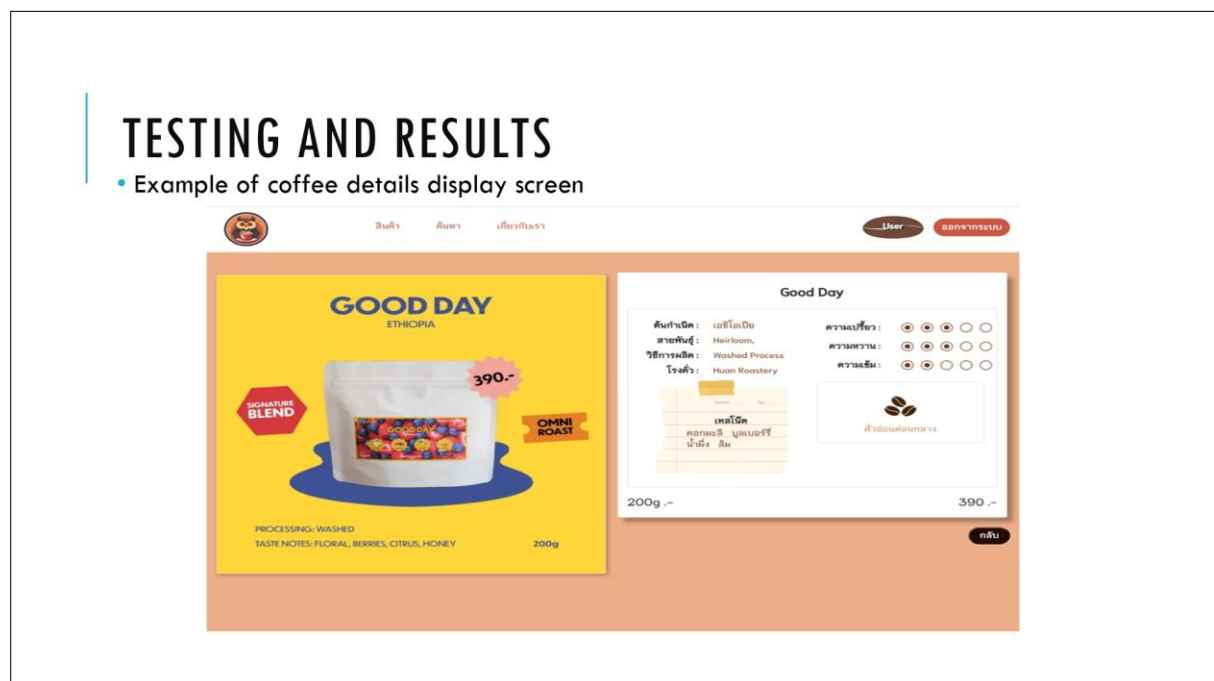
ภาพที่ 6



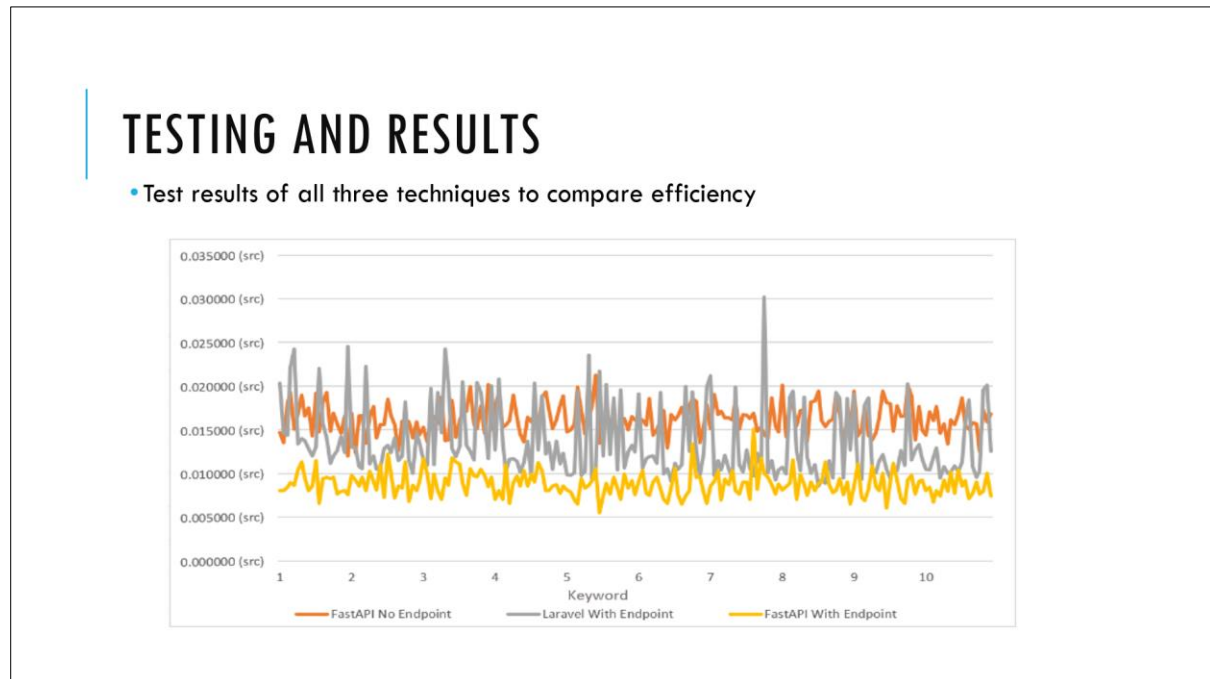
ภาพที่ 7



ภาพที่ 8



ภาพที่ 9



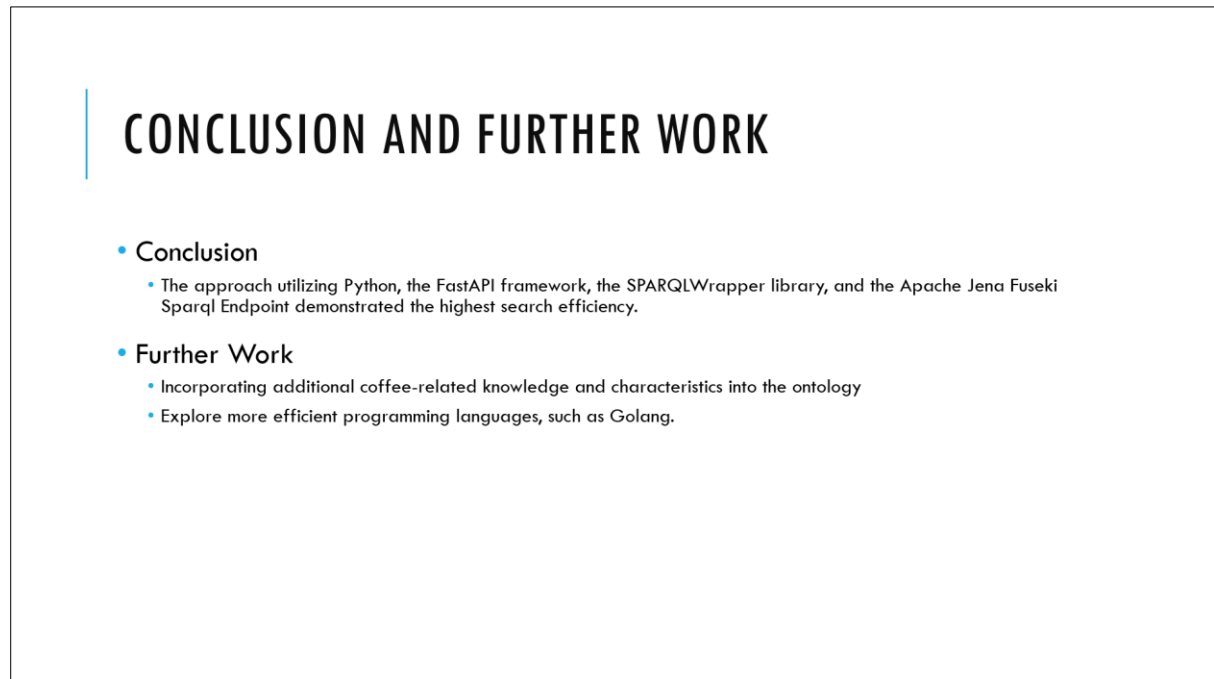
ภาพที่ 10

TESTING AND RESULTS

- A comparative analysis of ontology-based and non-ontology-based systems using the F-Measure index for performance evaluation

Keywords	F-Measure	
	Coffee Search System [21]	OWLCoffee System
Blu	0.56	0.71
Nutt	0.56	0.70
Nuts	0.57	0.75
Tobacco	0.53	0.80
Fruity	0.70	0.78
Brazilian	0.57	0.74
Light Roast	0.59	0.73
Medium	0.67	0.80
Thai	0.60	0.84
Washed	0.60	0.70
Average	0.59	0.76

ภาพที่ 11



ภาพที่ 12





Certificate of Presentation

This certificate is awarded to

Kittisak Phaekhiao

For his/her active and invaluable participation as Presenter
In The 2024 Asia Joint Conference Computing (AJCC2024)

February 21st - 23rd, 2024

(Assoc. Prof. Jantima Polpinij, Ph.D.)
General Chair of AJCC2024

(Assoc. Prof. Kraisa Kesorn, Ph.D.)
General Chair of AJCC2024

