บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี เครื่องมือและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การดำเนินงานเพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ของหน่วยงาน จะต้องทำการศึกษาและเข้าใจถึงภารกิจหลักขององค์กร เพื่อให้ออกแบบระบบให้สอดคล้องกับการดำเนินงาน เพื่อให้เกิดการนำระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ไปใช้ให้เกิดประสิทธิผลสูงสุด และสามารถตัดสินใจในการดำเนินงานต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ดังนั้นระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ที่ได้พัฒนาขึ้นมานั้นสามารถเชื่อมโยงระบบฐานข้อมูลที่แสดงคุณลักษณะต่างๆ ในรูปแบบแผนที่ และคำอธิบายในลักษณะการประยุกต์ในการใช้งานกับการจัดการฐานข้อมูลจริงในปัจจุบัน สำหรับหน่วยงานที่ไม่ใหญ่มากนัก เราสามารถจัดเตรียมฐานข้อมูลอย่างง่ายๆ โดยนำโปรแกรมที่เรามีอยู่แล้ว นำเข้าไปสัมพันธ์กับระบบ GIS เช่น เราสามารถใช้โปรแกรม Microsoft Excel หรือ Microsoft Access เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลของหน่วยงานของเราได้ ซึ่งเราสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ต่อไปในอนาคต ความยากของการจัดการฐานข้อมูลคือ การออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูลว่าจะจัดเก็บอยู่ในลักษณะใด เช่น รูปแบบตาราง เป็นต้น และนอกจากนี้ต้องมีคู่มือประกอบแฟ้มข้อมูลนั้นๆ ด้วยเพื่อเป็นประโยชน์ในการค้นหาข้อมูลในอดีตได้ง่ายขึ้น หากเราจัดทำโครงสร้างฐานข้อมูลได้อย่างสมบูรณ์ต่อไปเราก็สามารถเรียกใช้ประโยชน์จากข้อมูลเหล่านั้นได้

2.1 แนวคิดที่เกี่ยวข้อง

2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.3 เครื่องมือในการออกแบบและวิเคราะห์ระบบ

2.4 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 แนวคิดเกี่ยวกับการจัดเก็บภาษี

ระบบภาษีที่ดีนั้นจะต้องได้รับความร่วมมือในการเสียภาษีด้วยดีจากประชาชน กล่าวคือประชาชนคือผู้มีหน้าที่เสียภาษีให้แก่รัฐบาล ถ้าประชาชนให้ความร่วมมือในการเสียภาษีจะทำให้รัฐบาลสามารถจัดเก็บภาษีได้มากและเสียค่าใช้จ่ายในการดำเนินการจัดเก็บภาษีน้อย ทำให้มีเงินในการไปพัฒนาประเทศ ในกรณีตรงข้ามถ้าหากประชาชนไม่ให้ความร่วมมือใน

การเสียภาษีแก่รัฐบาลแล้วจะทำให้รัฐบาลประสบกับความยุ่งยากในการจัดเก็บภาษี ทำให้จัดเก็บได้น้อยไม่เต็มเม็ดเต็มหน่วย เสียค่าใช้จ่ายในการดำเนินการจัดเก็บภาษีมาก ดังนั้น ปัญหาสำคัญที่สุดในการจัดเก็บภาษีก็คือ ทำอย่างไรจึงจะทำให้ประชาชนให้ความร่วมมือหรือยินยอมเสียภาษีแก่รัฐบาลโดยสมัครใจ การที่ประชาชนจะยินยอมเสียภาษีแก่รัฐบาล ด้วยความสมัครใจหรือมีจิตสำนึกในการเสียภาษีมากน้อยแค่ไหนนั้นย่อมขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ มากมาย ดังต่อไปนี้

1. ขึ้นอยู่กับการเห็นความสำคัญของการเสียภาษี ถ้าหากประชาชนผู้มีหน้าที่ต้องเสียภาษีนั้นเห็นถึงประโยชน์หรือความสำคัญของการเสียภาษีแล้ว ความยินยอมหรือการให้ความร่วมมือในการเสียภาษีแก่รัฐบาลก็จะมีมาก แต่ในกรณีตรงกันข้ามถ้าหากประชาชนมองไม่เห็นประโยชน์ของภาษีที่ตนเสียไปแล้ว ความยินยอมการเสียภาษีของประชาชนก็จะต่ำ ตัวอย่าง เช่น ถ้าประชาชนมองเห็นว่าเงินภาษีอากรที่ตนเสียไปนั้นได้ถูกนำไปใช้เพื่อประโยชน์ของสังคมส่วนรวมและตนก็เป็นผู้ได้รับประโยชน์นั้นด้วย ความยินยอมที่จะเสียภาษีก็ย่อมจะมีมาก ในกรณีตรงกันข้ามหากเงินที่เสียภาษีไปนั้นถูกนำไปใช้เพื่อผลประโยชน์ของคนกลุ่มหนึ่งกลุ่มใดโดยเฉพาะ ความสมัครใจที่จะเสียภาษีก็ย่อมจะมีน้อย

2. ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพในการบริหารงานและการใช้เงินของรัฐบาล ความสมัครใจในการเสียภาษีของประชาชนนั้น อาจจะพิจารณาได้จากประสิทธิภาพในการบริหารงานและประสิทธิภาพในการใช้เงินของรัฐบาล ถ้าหากรัฐบาลบริหารงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเงินภาษีอากรทุกบาททุกสตางค์ได้ถูกนำไปใช้อย่างคุ้มค่าแล้ว ก็จะช่วยให้ความสมัครใจในการเสียภาษีของประชาชนมีมาก แต่ในทางตรงกันข้ามถ้าหากรัฐบาลบริหารงานอย่างไม่มีประสิทธิภาพและใช้เงินงบประมาณแผ่นดินแบบล้างผลาญแล้ว ความสมัครใจที่จะเสียภาษีของประชาชนก็จะมีน้อย การควบคุมประสิทธิภาพในการบริหารงานและการใช้เงินของรัฐบาลนั้น อาจจะทำได้โดยการเปิดโอกาสให้ประชาชนเข้าไปมีส่วนร่วม และมีส่วนควบคุมการปฏิบัติงานของรัฐบาล โดยผ่านกลไกของการปกครองในระบอบประชาธิปไตย ซึ่งทำให้ประชาชนเกิดความรู้สึกว่าตนเป็นเจ้าของประเทศ และจะต้องมีหน้าที่ความรับผิดชอบต่อประเทศมากขึ้น ดั่งตัวอย่างเช่น ประเทศที่มีการกระจายอำนาจทางการคลังให้แก่รัฐบาลท้องถิ่นนั้น ความสำนึกในหน้าที่การเสียภาษีแก่ท้องถิ่นของประชาชนมักจะมีสูง ทั้งนี้เพราะว่าประชาชนผู้เสียภาษีนั้นได้มองเห็นถึงความสำคัญของภาษีที่ตนได้เสียให้แก่ท้องถิ่น

3. ขึ้นอยู่กับความเป็นธรรมในการเสียภาษี การที่จะทำให้ประชาชนผู้เสียภาษีแต่ละคนให้ความร่วมมือในการเสียภาษีให้แก่รัฐบาลนั้น ระบบของภาษีอากรที่จัดเก็บนั้นจะต้องให้ความเป็นธรรมแก่ผู้เสียภาษีทุกคนด้วย ความเป็นธรรมในการจัดเก็บภาษีนั้นจะต้อง

พิจารณาทั้งความเป็นธรรมในการจัดเก็บภาษีแต่ละประเภท และความเป็นธรรมในการบริหารการจัดเก็บด้วย กล่าวคือภาษีที่เก็บนั้น ควรจะเก็บจากประชาชนทุกกลุ่มอย่างทั่วถึงมิใช่มุ่งที่จะเก็บจากผู้เสียภาษีกลุ่มหนึ่งกลุ่มใดโดยเฉพาะ นอกจากนี้ในการปฏิบัติการจัดเก็บภาษีแต่ละชนิดนั้นจะต้องเก็บจากผู้มีหน้าที่เสียภาษีชนิดนั้นอย่างทั่วถึงและเสมอภาค ในกรณีที่มีการจัดเก็บไม่ทั่วถึงหรือมีการเลือกปฏิบัตินั้นจะก่อให้เกิดความไม่เป็นธรรมในหมู่ผู้เสียภาษีชนิดนั้น ซึ่งจะเป็นเหตุผลสำคัญทำให้ประชาชนพยายามหลบเลี่ยงการเสียภาษี

4.ขึ้นอยู่กับการลงโทษของกฎหมายและการลงโทษของสังคม เนื่องจากภาษีเป็นสิ่งที่รัฐบาลบังคับการจัดเก็บเงินได้หรือผลประโยชน์ไปจากประชาชน ดังนั้น ประชาชนย่อมจะไม่อยากเสียสละผลประโยชน์ของตนแก่รัฐบาล นอกเสียจากว่าผู้เสียภาษีนั้นจะได้เห็นถึงความสำคัญของภาษี และรัฐบาลหรือสังคมมีการลงโทษผู้มีเจตนาหลบเลี่ยงภาษีอย่างรุนแรง การป้องกัน การหลบเลี่ยงการเสียภาษีจะทำได้ผลเมื่อมีการลงโทษโดยกฎหมาย และการลงโทษโดยสังคม ซึ่งพอจะพิจารณาได้โดยย่อดังนี้

4.1 การลงโทษโดยกฎหมาย ในกรณีที่ผู้เสียภาษีจงใจหนีภาษีอย่างผิดกฎหมาย (taxevasion) นั้น เมื่อจับได้จะต้องมีการลงโทษที่รุนแรง ทั้งนี้เพราะว่าผู้ที่เจตนาหนีภาษีดังกล่าวนั้นจะต้องตัดสินใจชั่งน้ำหนักระหว่างผลประโยชน์ที่ตนจะได้รับจากการหนีภาษีกับโทษที่ตนจะได้รับเมื่อถูกจับได้ ถ้าหากผลประโยชน์จากการหนีภาษีมีมากกว่าโทษที่จะต้องรับอย่างมาก แล้วการหนีภาษีของประชาชนก็จะมีมาก ในการหนีภาษีนั้นมักจะปรากฏว่าเจ้าหน้าที่ของรัฐบาลมักจะให้การร่วมมือกับผู้หนีภาษีด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการหนีภาษีรายใหญ่ ๆ ดังนั้นกฎหมายจะต้องมีการลงโทษเจ้าหน้าที่ของรัฐให้หนักยิ่งกว่าผู้หนีภาษีด้วย

4.2 การลงโทษของสังคม การป้องกันการหนีภาษีจะได้ผลมากยิ่งขึ้น ถ้าหากสังคมหรือประชาชนส่วนใหญ่รังเกียจผู้ที่หนีภาษี การลงโทษของสังคมนั้นจะเป็นมาตรการบังคับทางอ้อมทำให้นักการเมืองหรือผู้ที่เป็นผู้นำของสังคมไม่พยายามหลบเลี่ยงภาษี เมื่อบุคคลซึ่งเป็นผู้นำของสังคม และผู้ที่กุมกลไกอำนาจรัฐได้เสียภาษีอย่างครบถ้วนแล้วย่อมจะทำให้เขาเหล่านั้นสามารถจัดการกับผู้ที่เสียภาษีได้อย่างเต็มที่ และก็ไม่ต้องการให้ผู้อื่นหลบเลี่ยงภาษี ปัญหาทัศนคติของสังคมหรือการลงโทษผู้หนีภาษีของสังคมนั้น เป็นหัวใจสำคัญที่จะกระตุ้นให้ประชาชนมีจิตสำนึกของการเสียภาษีมากขึ้น แต่อุปสรรคที่สำคัญที่สุดในเรื่องนี้ก็คือผู้ที่เป็นผู้นำของสังคมหรือผู้ที่กุมกลไกอำนาจรัฐส่วนใหญ่ไม่สามารถแสดงตนเป็นแบบอย่างที่ดีในการเสียภาษีแก่ประชาชนทั่วไปได้ ดังนั้นการขอร้องให้ประชาชนทุกคนเสียภาษีแก่รัฐบาลย่อมจะทำให้ไม่ได้ผลเท่าที่ควร

2.1.2 แนวคิดเกี่ยวกับระบบภูมิศาสตร์ทางสารสนเทศ (Geographic Information System : GIS)

ด้านเศรษฐกิจ เพื่อช่วยเหลือในการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจ เช่น การวางแผนการใช้ทรัพยากรในการผลิต การวิเคราะห์ความพร้อมของวัตถุดิบและแรงงาน รวมถึงความต้องการของประชากรในแต่ละพื้นที่จากข้อมูลพื้นฐาน

ด้านคมนาคมขนส่ง GIS สามารถใช้ในการเพิ่มประสิทธิผลทางด้านการคมนาคมขนส่ง เช่น การวางแผนเส้นทางการเดินรถประจำทาง การวางแผนการสร้างเส้นทางคมนาคม ทางรถไฟ ทางด่วน ทางเดินเรือและเส้นทางการบิน ฯลฯ ได้เป็นอย่างดี

ด้านสาธารณูปโภคพื้นฐาน การจัดสาธารณูปโภคพื้นฐานไปยังพื้นที่ต่างๆ ตามความต้องการของประชาชนนั้น GIS ได้เข้ามามีบทบาทอันสำคัญในการวางแผนในการสร้างถนน การเดินสายไฟฟ้า ท่อประปา รวมถึงการวางแผนในการบำรุงรักษาสาธารณูปโภคพื้นฐานเหล่านี้

ด้านการสาธารณสุข การประยุกต์ใช้ GIS ในการบริหารจัดการภาครัฐกับงานทางด้านสาธารณสุข มีใช้กันอย่างแพร่หลายในต่างประเทศ เช่น การระบุตำแหน่งของผู้ป่วยโรคต่างๆ การวิเคราะห์การแพร่ของโรคระบาด หรือแนวโน้มการระบาดของโรค ซึ่งการประยุกต์ใช้ GIS จะช่วยให้ผู้บริหารสามมารถวางแผนในการป้องกันและแก้ไขปัญหาทางด้านสาธารณสุขได้อย่างมีประสิทธิผลยิ่งขึ้น

ด้านการบริการชุมชน จะเกี่ยวข้องในส่วนของการให้บริการของรัฐกับประชาชนโดยทั่วๆไป ซึ่งประชาชนในแต่ละพื้นที่ มีความต้องการบริการจากภาครัฐแตกต่างกันไป การใช้ GIS จะช่วยให้ผู้บริหารทราบถึงความต้องการของประชาชน โดยการให้บริการสาธารณะได้อย่างเป็นพลวัตร

ด้านการบังคับใช้กฎหมายและการป้องกันอาชญากรรม มีการใช้กันอย่างแพร่หลาย เช่น การกำหนดจุดเสี่ยงต่อการเกิดอาชญากรรมเพื่อตั้งป้อมตำรวจ การวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดอาชญากรรม โดยการบันทึกจุดที่เกิดอาชญากรรมไว้ แล้วนำมาวิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยง ซึ่งเจ้าหน้าที่ผู้รักษากฎหมายสามารถวางแผนให้ความสำคัญกับบางพื้นที่ที่ต้องทำการดูแลเป็นพิเศษ เพื่อลดปัญหาอาชญากรรมได้

ด้านการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดิน การประยุกต์ใช้ GIS เพื่อช่วยในการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดิน เป็นหนึ่งในกิจกรรมการประยุกต์ใช้ GIS ที่แพร่หลายที่สุด เพราะความสามารถในการวิเคราะห์ ประเมินผล และนำเสนอข้อมูลต่างๆ ในเชิงพื้นที่ที่จำเป็นต่อการ

วางผังเมือง และการจัดการเมืองสามารถกระทำได้อย่างสะดวก ทั้งการวิเคราะห์และประเมินศักยภาพในการใช้ประโยชน์ของแต่ละพื้นที่

ด้านการจัดเก็บภาษี การประยุกต์ใช้ GIS เพื่อช่วยในการจัดเก็บภาษี โดยอาศัยข้อมูลแผนที่มาตราส่วนขนาดใหญ่ เช่น 1:1,000 ซึ่งสามารถมองเห็นขอบเขตของอาคาร เพื่อใช้ในการนำเข้าข้อมูลเพื่อการชำระภาษีอากร ซึ่งภาครัฐสามารถทำการติดตาม ตรวจสอบผลการจัดเก็บภาษีได้โดยสะดวก เพราะข้อมูลของสถานประกอบการ บ้านเรือน ฯลฯ ที่ชำระค่าภาษีอากรต่างๆ แล้วจะสามารถแสดงให้เห็นความแตกต่างได้โดยเฉดสีบนแผนที่ ทำให้สามารถค้นหา หรือติดตามการชำระภาษีอากรได้โดยสะดวก และทำให้การจัดเก็บภาษีมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ด้านสิ่งแวดล้อม การประยุกต์ใช้ GIS เพื่อทดลองสร้างแบบจำลองทางด้านสิ่งแวดล้อม มีใช้กันอย่างแพร่หลายในต่างประเทศ เช่น การสร้างแบบจำลองสามมิติแสดงการถล่มของภูเขา ซึ่งการสร้างแบบจำลองใน GIS จะช่วยให้ผู้ใช้สามารถทำความเข้าใจกับลักษณะของพื้นที่ได้โดยง่าย และเป็นการเพิ่มการรับรู้แบบเสมือนจริงในรูปแบบของแบบจำลองสามมิติ ซึ่งช่วยลดความผิดพลาดในการตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้น ส่งผลต่อประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างยิ่ง

ด้านการจัดการภาวะฉุกเฉินและภัยพิบัติ สิ่งที่จำเป็นมากที่สุดในการจัดการในสภาวะฉุกเฉิน คือ การรับรู้ข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวข้องให้มากที่สุด เพื่อทำการตัดสินใจให้เร็วที่สุด ผิดพลาดน้อยที่สุด และมีประสิทธิผลมากที่สุด GIS ช่วยให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงข้อมูลในเชิงพื้นที่ได้อย่างทั่วถึงในเวลาอันรวดเร็ว รวมถึงรายละเอียดต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

2.1.3 แนวคิดเกี่ยวกับการให้บริการแบบกลุ่มเมฆ (Cloud Service)

Gartner Inc. (2015) ได้นิยามว่า Cloud service is a style of computing where massively scalable IT-related capabilities are provided ‘as a service’ across the Internet to multiple external customers หรือระบบการบริการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ คือ แนวทางการประมวลผลที่ใช้พลังของโครงสร้างทางไอทีขนาดใหญ่ที่ขยายตัวได้ ซึ่งนำเสนอยังลูกค้าภายนอกจำนวนมหาศาลในรูปแบบของการให้บริการ

Forrester group (2010) ได้นิยามว่า Cloud service: A pool of abstracted, highly scalable, managed infrastructure capable of hosting end-customer applications and billed by consumption หรือ กลุ่มของโครงสร้างพื้นฐานที่มีการบริหารจัดการและขยายตัวได้

อย่างมาก จึงมีขีดความสามารถในการรองรับโปรแกรมประยุกต์ต่างๆ ของผู้ใช้โดยเก็บค่าบริการตามการใช้งาน

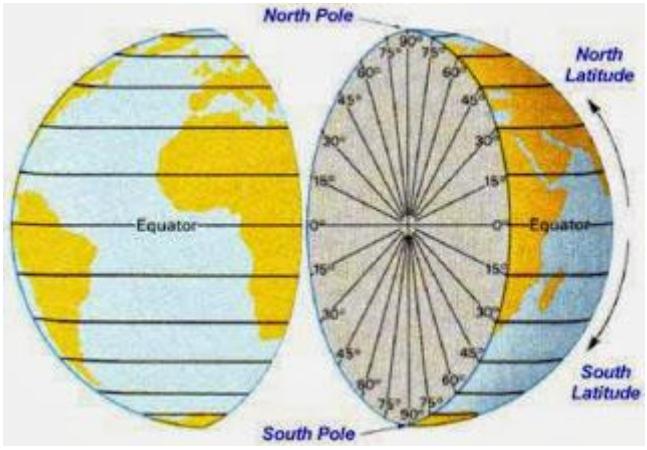
ชัยพัฒน์ เนื่องคำมา (2553) ให้ความหมายของ Cloud Computing/ Cloud Service ว่า คือ ระบบคอมพิวเตอร์ที่มีการประมวลผลอยู่ในระบบอินเทอร์เน็ต บนรูปแบบของโครงสร้างการประมวลผลขนาดใหญ่ที่ทำงานร่วมกัน มีการแบ่งปันทรัพยากรในการประมวลผลร่วมกันบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ราวกับว่าเป็นหน่วยประมวลผลเดียวกัน จึงกล่าวได้ว่าการบริการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ เป็นเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อตอบสนองรูปแบบการทำงานและการใช้งานระบบสารสนเทศผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยเน้นไปที่การจัดทำระบบประมวลผลและโครงสร้างพื้นฐานคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ เพื่อรองรับการใช้งานของผู้ใช้จำนวนมากผ่านโปรแกรมประยุกต์ที่ทำงานในรูปแบบการให้บริการซอฟต์แวร์ผ่านทางอินเทอร์เน็ต (Software as a Service:SAAS) ผู้ใช้งานการบริการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆไม่จำเป็นต้องรับภาระการดำเนินการจัดทำระบบคอมพิวเตอร์ หรือการขยายระบบ เมื่อองค์กรมีจำนวนผู้ใช้มากขึ้น ซึ่งจะทำให้ลดต้นทุนการลงทุนในส่วนของคอมพิวเตอร์ประมวลผล และค่าบำรุงรักษา ดังนั้นแนวคิดการบริการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ จึงเปรียบเสมือนกับการบริการไฟฟ้า กล่าวคือการบริการประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์เป็นเหมือนโครงสร้างสาธารณูปโภคพื้นฐาน ที่องค์กรหรือหน่วยงานสามารถใช้งานได้โดยไม่มีขอบเขต

สำนักงานสถิติแห่งชาติ (2553) กล่าวว่าการบริการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ (Cloud Computing / Cloud Service) เป็นการให้บริการการประมวลผลที่อิงกับความต้องการของผู้ใช้ โดยผู้ใช้สามารถระบุความต้องการไปยังซอฟต์แวร์ของระบบการบริการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ จากนั้นซอฟต์แวร์จะร้องขอให้ระบบจัดสรรทรัพยากรและบริการ ให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้ โดยระบบสามารถเพิ่มและลดจำนวนทรัพยากร รวมถึงเสนอบริการให้พอเหมาะกับความต้องการของผู้ใช้งานได้ตลอดเวลา โดยที่ผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องทราบการทำงานเบื้องหลัง ถือได้ว่าการบริการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ เป็นเทคโนโลยีที่ตอบโจทย์ขององค์กร ทั้งในเรื่องของการลงทุนในด้านเทคโนโลยี ด้านประสิทธิภาพการใช้งานระบบ รวมถึงด้านรูปแบบการทำงานในโลกสมัยใหม่ ที่ต้องการทำงานได้ทุกที่ทุกเวลา

2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

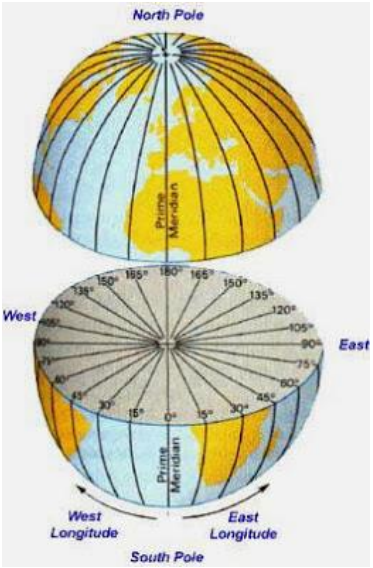
2.2.1 ทฤษฎีการคำนวณพิกัดละติจูดลองจิจูด

ละติจูด (latitude) คือเส้นแนวนอนมีทั้งหมด 180 เส้น โดยแบ่งออกเป็นซีกโลกบน 90 เส้น (90 องศา) และซีกโลกล่างอีก 90 เส้น (90 องศา) มีค่าต่ำสุดอยู่ที่ 0 องศา และมีค่าสูงสุดอยู่ที่ 90 องศา ละติจูดที่ 0 องศา มีค่าเท่ากับเส้นศูนย์สูตร



ภาพที่ 2.1 เส้นแนวนอน ละติจูด(Latitude)

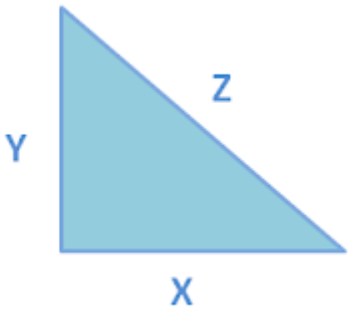
ลองจิจูด (longitude) คือเส้นแนวตั้งมีทั้งหมด 360 เส้น โดยแบ่งออกเป็นซีกโลกซ้าย 180 เส้น (180 องศา) และซีกโลกขวาอีก 180 เส้น (180 องศา) มีค่าต่ำสุดอยู่ที่ 0 องศา และมีค่าสูงสุดอยู่ที่ 180 องศา



ภาพที่ 2.2 เส้นแนวตั้ง ลองจิจูด(Longitude)

วิธีการคำนวณ

เมื่อกำหนดให้ X = latitude และ Y = longitude สูตรที่นำมาประยุกต์ใช้แก้ปัญหาในที่นี้คือ สูตรพีทากอรัส ซึ่งมีรูปแบบดังนี้

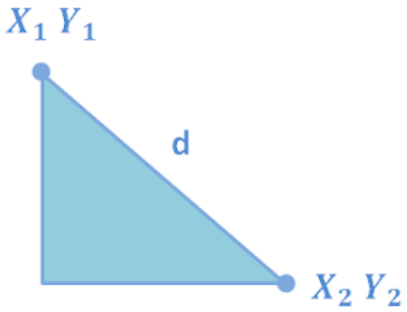


$$Z^2 = X^2 + Y^2$$

$$Z = \sqrt{X^2 + Y^2}$$

ภาพที่ 2.3 สูตรพีทากอรัส

จากภาพที่ 2.3 แปลงสูตรพีทากอรัสให้เป็นสูตรคำนวณระยะทางจึงได้เป็น



$$d^2 = (X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2$$

$$d = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2}$$

ภาพที่ 2.4 สูตรคำนวณระยะทาง ละติจูด,ลองจิจูด

จากภาพที่ 2.4 เนื่องจากโลกไม่ได้เป็นพื้นแบนราบ (เพราะโลกเป็นทรงกลม) การคำนวณระยะทางจึงต้องมีการปรับปรุงสูตรอีกเล็กน้อย เพื่อให้มีความถูกต้องตามระยะทางที่เป็นจริง (ตามความโค้งของโลก) ด้วยการเพิ่มตัวแปรค่าคลาดเคลื่อนลงไปเมื่อละติจูดมีการเปลี่ยนแปลงทุกๆ 1 องศา จึงได้สูตรใหม่เป็นดังนี้

$$d = \sqrt{(X_2 * a_2 - X_1 * a_1)^2 + (Y_2 * b_2 - Y_1 * b_1)^2}$$

d = ระยะห่างระหว่าง gps1 และ gps2

X_1 = พิกัดละติจูดของ gps1

Y_1 = พิกัดลองจิจูดของ gps1

X_2 = พิกัดละติจูดของ gps2

Y_2 = พิกัดลองจิจูดของ gps2

a_1 = ค่าการเปลี่ยนแปลงระยะทางของเส้นละติจูด เมื่อละติจูดเปลี่ยนแปลงทุกๆ 1 องศา ของ gps1

b_1 = ค่าการเปลี่ยนแปลงระยะทางของเส้นลองจิจูด เมื่อละติจูดเปลี่ยนแปลงทุกๆ 1 องศา ของ gps1

a_2 = ค่าการเปลี่ยนแปลงระยะทางของเส้นละติจูด เมื่อละติจูดเปลี่ยนแปลงทุกๆ 1 องศา ของ gps2

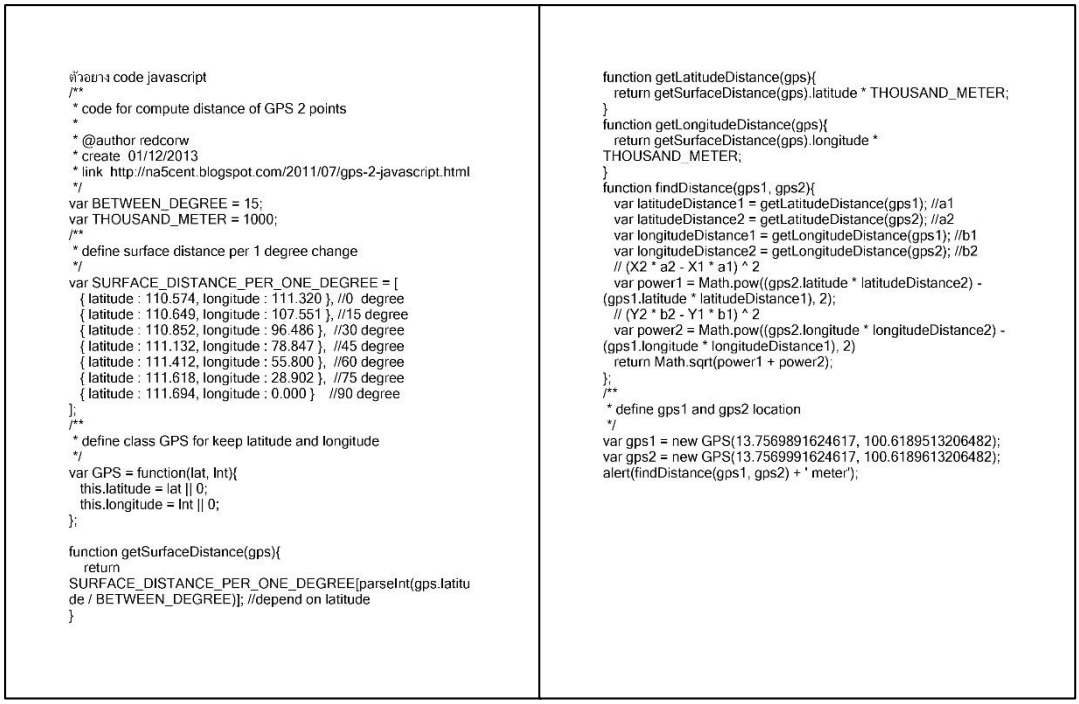
b_2 = ค่าการเปลี่ยนแปลงระยะทางของเส้นลองจิจูด เมื่อละติจูดเปลี่ยนแปลงทุกๆ 1 องศา ของ gps2

ภาพที่ 2.5 ค่าความคลาดเมื่อละติจูดมีการเปลี่ยนแปลง

จากภาพที่ 2.5 จะเห็นว่า distance1 และ distance2 มีความยาวไม่เท่ากัน (distance1 แคบกว่า) ทั้งๆ ที่มีลองจิจูด 0 และลองจิจูด 50 เหมือนกัน ที่ละติจูดต่างกัน (0 กับ 60) นี่จึงเป็นที่มาของค่าคลาดเคลื่อน หรือค่าความแตกต่างของระยะทางในแต่ละช่วงละติจูด

Latitude	N-S radius of curvature M	Surface distance per 1° change in latitude	E-W radius of curvature N	Surface distance per 1° change in longitude
0°	6335.44 km	110.574 km	6378.14 km	111.320 km
15°	6339.70 km	110.649 km	6379.57 km	107.551 km
30°	6351.38 km	110.852 km	6383.48 km	96.486 km
45°	6367.38 km	111.132 km	6388.84 km	78.847 km
60°	6383.45 km	111.412 km	6394.21 km	55.800 km
75°	6395.26 km	111.618 km	6398.15 km	28.902 km
90°	6399.59 km	111.694 km	6399.59 km	0.000 km

ภาพที่ 2.6 ตารางค่าความแตกต่างของ latitude และ longitude ในแต่ละสถานที่ เมื่อ มีการเปลี่ยนแปลง latitude ทุกๆ 1 องศา



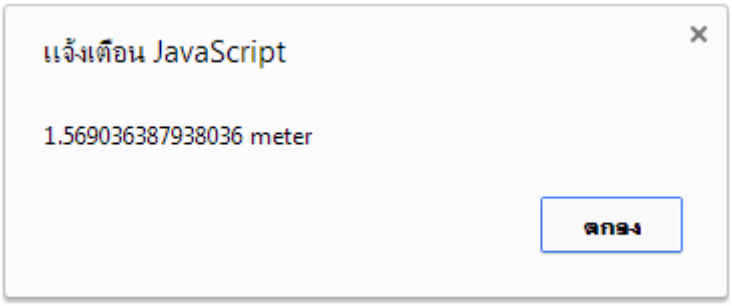
ตัวอย่าง code javascript

```
/**
 * code for compute distance of GPS 2 points
 *
 * @author redcorw
 * create  01/12/2013
 * link  http://na5cent.blogspot.com/2011/07/gps-2-javascript.html
 */
var BETWEEN_DEGREE = 15;
var THOUSAND_METER = 1000;
/**
 * define surface distance per 1 degree change
 */
var SURFACE_DISTANCE_PER_ONE_DEGREE = [
  { latitude : 110.574, longitude : 111.320 }, //0  degree
  { latitude : 110.649, longitude : 107.551 }, //15 degree
  { latitude : 110.852, longitude : 96.486 },  //30 degree
  { latitude : 111.132, longitude : 78.847 },  //45 degree
  { latitude : 111.412, longitude : 55.800 },  //60 degree
  { latitude : 111.618, longitude : 28.902 },  //75 degree
  { latitude : 111.694, longitude : 0.000 }    //90 degree
];
/**
 * define class GPS for keep latitude and longitude
 */
var GPS = function(lat, lnt){
  this.latitude = lat || 0;
  this.longitude = lnt || 0;
};

function getSurfaceDistance(gps){
  return
SURFACE_DISTANCE_PER_ONE_DEGREE[parseInt(gps.latitu
de / BETWEEN_DEGREE)]; //depend on latitude
}

function getLatitudeDistance(gps){
  return getSurfaceDistance(gps).latitude * THOUSAND_METER;
}
function getLongitudeDistance(gps){
  return getSurfaceDistance(gps).longitude *
THOUSAND_METER;
}
function findDistance(gps1, gps2){
  var latitudeDistance1 = getLatitudeDistance(gps1); //a1
  var latitudeDistance2 = getLatitudeDistance(gps2); //a2
  var longitudeDistance1 = getLongitudeDistance(gps1); //b1
  var longitudeDistance2 = getLongitudeDistance(gps2); //b2
  // (X2 * a2 - X1 * a1) ^ 2
  var power1 = Math.pow((gps2.latitude * latitudeDistance2) -
(gps1.latitude * latitudeDistance1), 2);
  // (Y2 * b2 - Y1 * b1) ^ 2
  var power2 = Math.pow((gps2.longitude * longitudeDistance2) -
(gps1.longitude * longitudeDistance1), 2)
  return Math.sqrt(power1 + power2);
};
/**
 * define gps1 and gps2 location
 */
var gps1 = new GPS(13.7569891624617, 100.6189513206482);
var gps2 = new GPS(13.7569991624617, 100.6189613206482);
alert(findDistance(gps1, gps2) + ' meter');
```

ภาพที่ 2.7 ตัวอย่าง code การคำนวณพิกัด



ภาพที่ 2.8 ผลลัพธ์การคำนวณ

จากภาพที่ 2.8 alert box ข้างบนสรุปได้ว่า GPS1 กับ GPS2 อยู่ห่างกัน 1.569036387938036 เมตร

2.2.2 ทฤษฎีการคำนวณภาษีป้ายและภาษีโรงเรือน

2.2.2.1 การจัดเก็บภาษีป้าย

1) ป้ายที่ต้องเสียภาษีป้าย

1.1 ป้ายที่ต้องเสียภาษีป้าย ได้แก่ ป้ายแสดงชื่อ ยี่ห้อ หรือเครื่องหมายที่ใช้ในการประกอบการค้า หรือประกอบกิจการอื่นเพื่อหารายได้ ไม่ว่าจะแสดง

หรือโฆษณาไว้ที่วัตถุใดๆ ด้วยอักษร ภาพ หรือเครื่องหมาย ที่เขียน แกะสลัก จารึก หรือทำให้ปรากฏด้วยวิธีใดๆ

1.2 ป้ายที่ได้รับยกเว้นเสียภาษีป้าย ได้แก่ ป้ายที่ติดในอาคาร ป้ายล้อเลื่อน (ต้องมีการเลื่อนป้ายเข้าออก) ป้ายตามงานอีเวนท์ที่จัดเป็นครั้งคราว ป้ายของทางราชการ ป้ายของโรงเรียนทั้งรัฐและเอกชน ป้ายวัด สมาคม มูลนิธิ และอื่นๆ ตามพ.ร.บ. ภาษีป้าย พ.ศ.2510

2) ผู้มีหน้าที่เสียภาษีป้าย ได้แก่

2.1 เจ้าของป้าย ระยะเวลาการยื่นแบบแสดงรายการเพื่อเสียภาษีป้าย เจ้าของป้ายที่มีหน้าที่เสียภาษีป้ายต้องยื่นแบบแสดงรายการภาษีป้าย (ภ.ป. 1) ภายในเดือนมีนาคมของทุกปี ในกรณีที่ติดตั้งหรือแสดงป้ายภายหลังเดือนมีนาคม หรือติดตั้ง หรือแสดงป้ายใหม่แทนป้ายเดิม หรือเปลี่ยนแปลงแก้ไขป้ายอันเป็นเหตุให้ต้องเสียภาษีป้ายเพิ่มขึ้น ให้เจ้าของป้ายยื่นแบบแสดงรายการภาษีป้ายภายใน 15 วัน นับแต่วันติดตั้งหรือแสดงป้าย หรือนับแต่วันเปลี่ยนแปลงแก้ไขแล้วแต่กรณี

2.2.2.2 การชำระภาษีป้าย

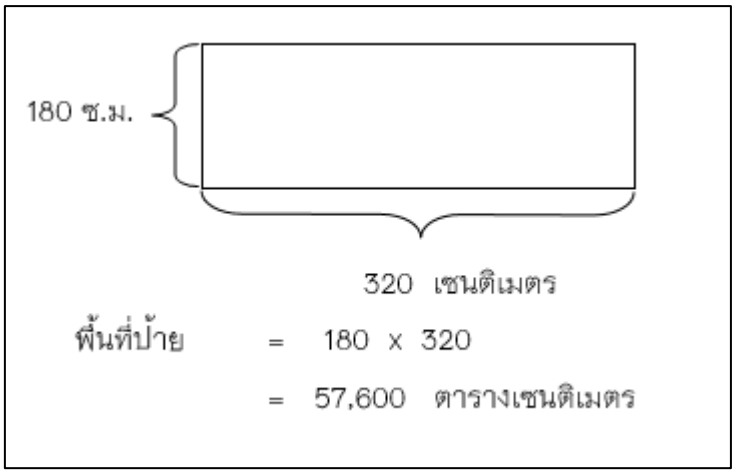
เจ้าของป้ายมีหน้าที่ชำระภาษีป้ายเป็นรายปี ภายใน 15 วัน นับแต่วันที่ได้รับแจ้งการประเมินเงินเพิ่มผู้มีหน้าที่เสียภาษีป้ายจะต้องเสียเงินเพิ่มในกรณีและอัตราดังต่อไปนี้

1.ไม่ยื่นแบบแสดงรายการภาษีป้ายภายในระยะเวลาที่กำหนด ให้เสียเงินเพิ่มร้อยละสิบของค่าภาษีป้าย เว้นแต่กรณีที่เจ้าของป้ายได้ยื่นแบบแสดงรายการภาษีป้ายก่อนที่เจ้าหน้าที่จะได้แจ้งให้ทราบถึงการละเว้นนั้นให้เสียเงินเพิ่มร้อยละ 5 ของค่าภาษี

2. ยื่นแบบแสดงรายการภาษีป้ายโดยไม่ถูกต้อง ทำให้จำนวนเงินที่จะต้องเสียภาษีป้ายลดน้อยให้เสียเงินเพิ่มร้อยละสิบของค่าภาษีของค่าภาษีป้ายที่ประเมินเพิ่มเติมเว้นแต่กรณีที่เจ้าของป้ายได้มาขอแก้ไขแบบแสดงรายการภาษีให้ถูกต้องก่อนที่พนักงานเจ้าหน้าที่แจ้งการประเมิน

3. ไม่ชำระภาษีป้ายภายในระยะเวลาที่กำหนดให้เสียเงินเพิ่ม ร้อยละ 2 ต่อเดือนของค่าภาษีป้าย

2.2.2.3 การคำนวณพื้นที่ป้าย อัตราค่าภาษีป้าย และการคำนวณภาษีป้าย การคำนวณพื้นที่ ป้ายที่มีขอบเขตกำหนดได้ พื้นที่ป้าย = ส่วนที่กว้างที่สุด x ส่วนที่ยาวที่สุดของขอบเขตป้าย ป้ายที่ไม่มีขอบเขตกำหนดได้ คือ ตัวอักษร ภาพ หรือเครื่องหมายที่อยู่ริมสุดเป็นขอบเขตเพื่อกำหนดส่วนที่กว้างที่สุดและยาวที่สุด



ภาพที่ 2.9 สูตรการคำนวณขนาดป้าย

ลักษณะ	บาท
1) อักษรไทยล้วน	3
2) อักษรไทยปนกับอักษรต่างประเทศ /ภาพ /เครื่องหมายอื่น	20
3) ป้ายดังต่อไปนี้ ก. ไม่มีอักษรไทย ข. อักษรไทยบางส่วนหรือทั้งหมดอยู่ใต้ หรือต่ำกว่าอักษรต่างประเทศ	40
4) ป้ายที่เปลี่ยนแปลงแก้ไขพื้นที่ป้าย ข้อความภาพ หรือเครื่องหมายบางส่วนในป้ายได้เสียภาษีป้ายแล้วอันเป็นเหตุให้ต้องเสียภาษีป้ายเพิ่มขึ้น ให้คิดอัตราตาม 1) 2) หรือ 3)	
5) ป้ายใดเสียต่ำกว่า 200 บาท ให้เสีย 200 บาท	

ภาพที่ 2.10 อัตราภาษีป้าย (ต่อ 500 ตารางเซนติเมตร)

จากภาพที่ 2.10 การคำนวณภาษีป้ายให้คำนวณโดยนำพื้นที่ป้าย หารด้วย 500 คูณด้วยอัตราภาษีป้าย เช่น ป้ายที่ต้องเสียภาษีมีพื้นที่ 37,600 ตารางเซนติเมตร เป็นป้ายประเภทที่ 1 ป้ายนี้เสียภาษีดังนี้

ภาษีป้าย = พื้นที่ป้าย (ตารางเซนติเมตร) หาร 500 คูณ อัตราภาษี
= 37,600 / 500 * 3
= 220.20 บาท
ดังนั้น ป้ายนี้จะต้องเสียภาษี 220.20 บาท
ป้ายใดคำนวณภาษีแล้วเสียต่ำกว่า 200 บาท ให้เสีย 200 บาท
การคำนวณภาษีป้าย 1 ด้าน เท่ากับ 1 ป้าย

ภาพที่ 2.11 สูตรคำนวณราคาภาษีป้าย

2.2.2.3 การคำนวณค่ารายปี การคำนวณภาษีโรงเรือนและที่ดิน

ภาษีโรงเรือนและที่ดิน หมายถึง ภาษีที่จัดเก็บจากโรงเรือนหรือสิ่งปลูกสร้างอย่างอื่นๆ กับที่ดินที่ใช้ประโยชน์ต่อเนื่องไปกับโรงเรือนหรือสิ่งปลูกสร้างนั้น

ค่าภาษีโรงเรือนและที่ดิน = ค่ารายปี x 12.50 %

ภาพที่ 2.12 สูตรการคำนวณภาษีโรงเรือนและที่ดิน

จากภาพที่ 2.12 ค่ารายปี คือ จำนวนเงินซึ่งทรัพย์สินนั้นสมควรได้จากการเช่าในปีหนึ่งๆ

ระยะเวลาการยื่นแบบแสดงรายการเพื่อเสียภาษีโรงเรือนและที่ดินเจ้าของทรัพย์สินต้องยื่นแบบแสดงรายการ เพื่อเสียภาษีโรงเรือนและที่ดิน (ภ.ร.ด.2) ณ สำนักงานขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ที่โรงเรือนหรือสิ่งปลูกสร้างนั้นตั้งอยู่ภายในเดือนกุมภาพันธ์ของทุกปี

2.2.2.4 การชำระภาษีโรงเรือนและที่ดิน

ผู้มีหน้าที่เสียภาษีโรงเรือนและที่ดิน เมื่อได้รับแจ้งการประเมินแล้วจะต้องนำเงินค่าภาษีไปชำระภายใน 30 วัน นับแต่วันถัดจากวันที่ได้รับแจ้งการประเมินมิฉะนั้นจะต้องเสียภาษีเพิ่มเงินเพิ่ม

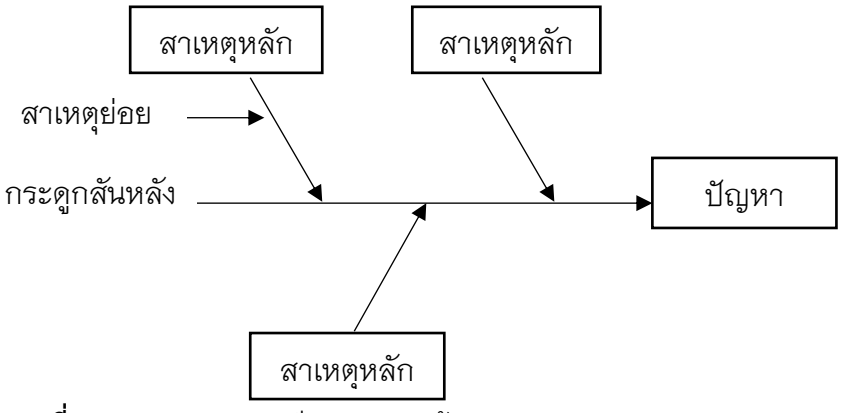
1. ถ้าชำระไม่เกิน 1 เดือน นับแต่วันพ้นกำหนดให้เพิ่มร้อยละ 2.5 ขอภาษีที่ค้าง
2. ถ้าเกิน 1 เดือน แต่ไม่เกิน 2 เดือน ให้เพิ่มร้อยละ 5 ของค่าภาษีที่ค้าง
3. ถ้าเกิน 2 เดือน แต่ไม่เกิน 3 เดือน ให้เพิ่มร้อยละ 7.5 ของค่าภาษีที่ค้าง
4. ถ้าเกิน 3 เดือนแต่ไม่เกิน 4 เดือน ให้เพิ่มร้อยละ 10 ของค่าภาษีที่ค้าง

2.3 เครื่องมือในการออกแบบและวิเคราะห์ระบบ

2.3.1 แผนภูมิก้างปลา (Fishbone Diagram)

ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการดำเนินงานทางธุรกิจถือว่าเป็นเรื่องรวมปกติ ซึ่งอาจประกอบไปด้วยปัญหาเพียงเล็กน้อยจนกระทั่งถึงปัญหาระดับใหญ่ ถึงแม้ว่าปัญหาเหล่านั้นจะเป็นปัญหาเพียงเล็กน้อยหรือเป็นปัญหาใหญ่ก็ตาม สมควรอย่างยิ่งที่จะต้องได้รับการแก้ไข เนื่องจากปัญหาต่าง ๆ หากได้รับการพอกพูนอย่างต่อเนื่อง โดยไม่ได้รับการเอาใจใส่ นอกจากจะส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพโดยรวมในด้านการดำเนินงานแล้ว อาจทำให้ธุรกิจได้รับผลกระทบ และส่งผลต่อความเสียหายหรือล่มสลายได้ ในขณะเดียวกันหากธุรกิจใดที่สามารถจัดการกับปัญหาและแก้ไขปัญหาได้ลุล่วงไปได้ด้วยดี ย่อมหมายถึงความสำเร็จในการแก้ไขปัญหา เพื่อให้ธุรกิจสามารถดำรงอยู่และก้าวไปสู่ความสำเร็จตามเป้าหมาย (โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์, 2555: น.111–112)

หลักการแก้ไขปัญหาที่ดี นักวิเคราะห์ระบบควรมีการกำหนดหัวข้อของปัญหา และหาสาเหตุของปัญหาให้ได้ก่อน ซึ่งแนวทางหนึ่งที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้เป็นอย่างดีก็คือการเขียนแผนภูมิก้างปลา ซึ่งแผนภูมิก้างปลานี้สามารถเรียกได้อีกหลายชื่อด้วยกัน เช่น Fishbone Diagram, Cause–and–Effect Diagram หรือ Ishikawa Diagram โดยรูปแบบของแผนภูมิก้างปลาแสดงรายละเอียดได้ดังภาพที่ 2.1 (โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์, 2555: น.112)



ภาพที่ 2.13 รูปแบบการเขียนแผนภูมิก้างปลา (Fishbone Diagram)

ผังก้างปลาประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้

ส่วนปัญหาหรือผลลัพธ์ (Problem or Effect) ซึ่งจะแสดงอยู่ที่หัวปลา ส่วนสาเหตุ (Causes) จะสามารถแยกย่อยออกได้อีกเป็น

- ปัจจัย (Factors) ที่ส่งผลกระทบต่อปัญหา (หัวปลา)
- สาเหตุหลัก
- สาเหตุย่อย

ซึ่งสาเหตุของปัญหา จะเขียนไว้ในก้างปลาแต่ละก้าง ก้างย่อยเป็นสาเหตุของก้างรองและก้างรองเป็นสาเหตุของก้างหลัก เป็นต้น หลักการเบื้องต้นของแผนภูมิก้างปลา คือ การใส่ชื่อของปัญหาที่ต้องการวิเคราะห์ลงทางด้านขวาสุดหรือซ้ายสุดของแผนภูมิ โดยมีเส้นหลักตามแนวยาวของกระดูกสันหลัง จากนั้นใส่ชื่อของปัญหาย่อย ซึ่งเป็นสาเหตุของปัญหาหลัก 3 – 6 หัวข้อ โดยลากเป็นเส้นก้างปลา ทำมุมเฉียงจากเส้นหลัก เส้นก้างปลาแต่ละเส้นให้ใส่ชื่อของสิ่งที่ทำให้เกิดปัญหานั้นขึ้นมา ระดับของปัญหาสามารถแบ่งย่อยลงไปได้อีก ถ้าปัญหานั้นยังมีสาเหตุที่เป็นองค์ประกอบย่อยลงไปอีก โดยทั่วไปมักจะมีการแบ่งระดับของสาเหตุย่อยลงไปมากที่สุด 4 – 5 ระดับ เมื่อมีข้อมูลในแผนภูมิที่สมบูรณ์แล้ว จะทำให้มองเห็นภาพขององค์ประกอบทั้งหมด ที่จะเป็นสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น

2.3.2 แบบจำลอง (Models)

ในการพัฒนาระบบสารสนเทศ นักวิเคราะห์ระบบจะมีการนำแบบจำลองชนิดต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้กับงานพัฒนาระบบ โดยแบบจำลองแต่ละชนิดต่างก็มีข้อเด่นและนำเสนอมุมมองของระบบที่แตกต่างกัน ตัวอย่างเช่น งานบางชนิดสามารถใช้แบบจำลองที่เป็นแค่เพียงถ้อยคำอธิบายก็สามารถนำไปใช้งานได้แล้ว ในขณะที่งานบางชนิดเพียงแค่ถ้อยคำคงไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเพียงพอ แบบจำลองเป็นตัวแทนในการนำเสนอรูปร่างหน้าตาของระบบที่มีความเป็นนามธรรมสูงเพื่อให้ผู้ใช้ได้มองเห็นภาพ และเข้าใจในภาพรวมของเรื่องราวนั้นๆ ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น (บัญชา ปะสีละเตสัง, 2556: น.20)

2.3.3 แผนภาพกระแสข้อมูล (Data Flow Diagram :DFD)

เป็นแบบจำลองกระบวนการที่นำมาใช้กับการวิเคราะห์และออกแบบระบบเชิงโครงสร้าง โดยจะแสดงภาพรวมด้านความต้องการหลักๆ ของระบบ อันประกอบด้วย การนำเข้า กระบวนการ และข้อมูล เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางในการออกแบบระบบ สำหรับสัญลักษณ์ที่ใช้ในแผนภาพกระแสข้อมูลจะมีอยู่ 5 สัญลักษณ์ด้วยกัน คือ โปรเซส ดาต้าโฟลว์ เอ็กซ์เทอร์นัลเอ็นทิตี้ ดาต้าสโตร์ และเรียลไทม์ลิงค์

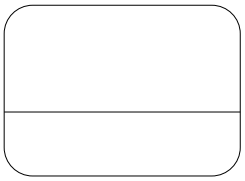
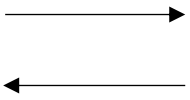
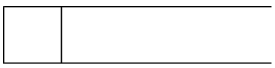
วัตถุประสงค์ของแผนภาพกระแสข้อมูล

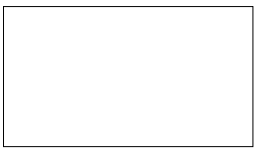
- เป็นแผนภาพเพื่อสรุปภาพรวมของระบบ ตามแนวทางการวิเคราะห์เชิงโครงสร้าง
- เป็นข้อตกลงร่วมกันระหว่างนักวิเคราะห์ระบบกับผู้ใช้งาน
- เป็นแผนภาพที่นำไปใช้ประโยชน์ต่อไป ในขั้นตอนการออกแบบระบบ
- เป็นแผนภาพที่ใช้อ้างอิง หรือเพื่อการปรับปรุง/พัฒนาระบบในอนาคต

– ทราบแหล่งที่มาและที่ไปของข้อมูลที่ไหลไปยังกระบวนการต่าง ๆ (Data and Processes)

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแผนภาพกระแสข้อมูล ประกอบด้วย อินพุต (Input) เอาต์พุต (Output) กระบวนการ (Process) และข้อมูล (Data) โดยทุกๆ คนในทีมงานพัฒนาระบบสามารถเห็นรูปร่างหน้าตาของระบบได้จากแผนภาพนี้ และใช้สำหรับเป็นแนวทางในการออกแบบระบบ และนี่ก็เป็นเหตุผลหนึ่ง ที่ทำให้แผนภาพกระแสข้อมูลเป็นแบบจำลองที่นิยมใช้งานจนถึงปัจจุบัน และจัดเป็นแผนภาพที่ดูแล้วง่ายต่อการทำความเข้าใจ เนื่องจากเป็นแบบจำลองในลักษณะแผนภาพที่มีเพียง 4 สัญลักษณ์หลักๆ เท่านั้น ซึ่งแสดงได้ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงสัญลักษณ์ที่ใช้สำหรับการเขียนแผนภาพกระแสข้อมูล

สัญลักษณ์	ความหมาย
	**ขั้นตอนการดำเนินงาน (Process)** คือ งานที่ดำเนินการ/ตอบสนองข้อมูลที่รับเข้า ไม่ว่าขั้นตอนการดำเนินงานนั้นจะกระทำโดยบุคคล หน่วยงาน หุ่นยนต์ เครื่องจักร หรือ เครื่องคอมพิวเตอร์ก็ตาม โดยจะเป็นกริยา (Verb)
	**เส้นทางการไหลของข้อมูล (Data Flows)** แสดงข้อมูลที่นำเข้าไปในและข้อมูลที่ส่งออก ใช้ในการบันทึก การลบ การแก้ไขข้อมูล สัญลักษณ์ที่ใช้อธิบาย คือ เส้นตรงที่มีหัวลูกศรตรงปลายเพื่อบอกทิศทางการเดินทางหรือการไหลของข้อมูล
	**แหล่งจัดเก็บข้อมูล (Data Store)** เป็นแหล่งเก็บ/บันทึกข้อมูล เปรียบเสมือนคลังข้อมูล (เทียบเท่ากับไฟล์ข้อมูล และฐานข้อมูล) โดยอธิบายรายละเอียด และคุณสมบัติเฉพาะตัวของสิ่งที่ต้องการเก็บ/บันทึก สัญลักษณ์ที่ใช้อธิบายคือสี่เหลี่ยมเปิดหนึ่งข้าง แบ่งออกเป็นสองส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 ทางด้านซ้ายใช้แสดงรหัสของ Data Store อาจจะเป็นหมายเลขลำดับหรือตัวอักษรได้เช่น D1, D2 เป็นต้น สำหรับส่วนที่ 2 ทางด้านขวาใช้แสดงชื่อ Data Store หรือชื่อไฟล์

สัญลักษณ์	ความหมาย
	**ตัวแทนข้อมูล (External Agents)** หมายถึง บุคคล หน่วยงานในองค์กร องค์กรอื่น ๆ หรือระบบงานอื่น ๆ ที่อยู่ภายนอกขอบเขตของระบบ แต่มีความสัมพันธ์กับระบบ โดยมีการส่งข้อมูลเข้าสู่ระบบเพื่อดำเนินงาน และรับข้อมูลที่ผ่านการดำเนินงานเรียบร้อยแล้วจากระบบ สัญลักษณ์ที่ใช้อธิบาย คือ สี่เหลี่ยมจัตุรัส หรือสี่เหลี่ยมผืนผ้า ภายในจะต้องแสดงชื่อของ External Agent โดยสามารถทำการซ้ำ (Duplicate) ได้ด้วยการใช้เครื่องหมาย \ (back slash) ตรงมุมล่างซ้าย

ที่มา : (โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์, 2555: น.195)

2.3.4 แผนภาพอีอาร์ (Entity Relationship Diagram)

เป็นโมเดลที่ถูกแนะนำโดย Peter Chen ในปี ค.ศ. 1976 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอโครงสร้างฐานข้อมูลในระดับแนวคิดในลักษณะของแผนภาพที่มีโครงสร้างที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจ ทำให้สามารถเห็นภาพรวมของเอ็นทิตี้ทั้งหมดที่มีในระบบรวมถึงความสัมพันธ์ระหว่างเอ็นทิตี้เหล่านั้น

1) เอ็นทิตี้ (Entity) หมายถึง สิ่งต่างๆ หรือวัตถุที่ถูกรวมเป็นข้อมูล เพื่อใช้กับระบบงานที่กำลังพัฒนาอยู่ เอ็นทิตี้อาจเป็นสิ่งที่เป็นรูปธรรม คือ สามารถมองเห็นได้ด้วยตาและจับต้องได้ หรืออยู่ในรูปของนามธรรม คือ ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตา ซึ่งได้แก่ เอ็นทิตี้เชิงแนวความคิดและเอ็นทิตี้เชิงเหตุการณ์ ตัวอย่าง เอ็นทิตี้ที่เป็นรูปธรรมของระบบทะเบียนนักศึกษา เช่น นักศึกษา อาจารย์ อาคารเรียน เอ็นทิตี้ที่เป็นนามธรรม เช่น วิชา คณะ การลงทะเบียน

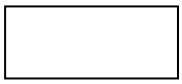
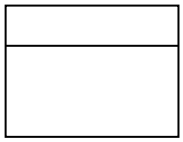
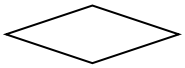
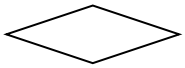
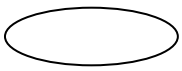
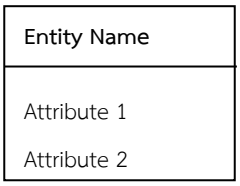
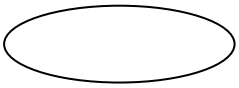
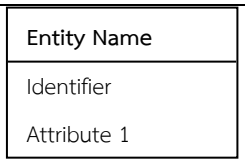
2) แอททริบิวท์ (Attribute) คือ ข้อมูลที่ใช้อธิบายคุณสมบัติ หรือคุณลักษณะของแต่ละเอ็นทิตี้ ซึ่งเอ็นทิตี้หนึ่งๆ อาจประกอบด้วยแอททริบิวท์ได้มากกว่าหนึ่งแอททริบิวท์ ขึ้นกับว่าระบบงานที่กำลังพัฒนานั้นต้องการรายละเอียดของแต่ละเอ็นทิตี้มาก หรือน้อยเพียงใด ตัวอย่างเช่น เอ็นทิตี้ของนักศึกษา ประกอบด้วยแอททริบิวท์ คือ รหัสนักศึกษา ชื่อนักศึกษา คณะที่สังกัด ที่อยู่ เป็นต้น

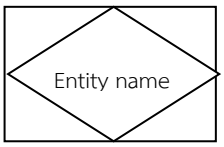
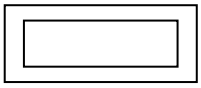
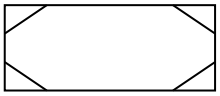
3) ความสัมพันธ์ (Relationship) คือ เอ็นทิตี้ในระบบงานหนึ่งๆ สามารถมีความสัมพันธ์กับเอ็นทิตี้อื่นได้ ตัวอย่างเช่น ในระบบบุคลากร ประกอบด้วย เอ็นทิตี้พนักงาน และเอ็นทิตี้แผนกที่มีความสัมพันธ์ในลักษณะที่ว่า พนักงานแต่ละคนจะสังกัดอยู่ในแผนกใด หรือในระบบการลงทะเบียน ประกอบด้วย เอ็นทิตี้นักศึกษา และ เอ็นทิตี้วิชา ซึ่งสัมพันธ์กันในลักษณะที่ว่านักศึกษาแต่ละคนจะลงทะเบียนเรียนวิชาใด โดยความสัมพันธ์ระหว่างเอ็นทิตี้จะแบ่งออกเป็น 3 ประเภทดังนี้

- ความสัมพันธ์แบบ หนึ่ง-ต่อ-หนึ่ง (one-to-one)
- ความสัมพันธ์แบบ หนึ่ง-ต่อ-กลุ่ม (one-to-many)
- ความสัมพันธ์แบบ กลุ่ม-ต่อ-กลุ่ม (many-to-many)

ในการออกแบบได้ใช้เครื่องมือสำหรับแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลอี-อาร์ไดอะแกรมซึ่งใช้สัญลักษณ์ดังต่อไปนี้

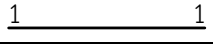
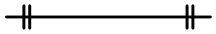
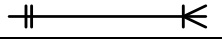
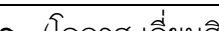
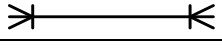
ตารางที่ 2.2 สัญลักษณ์ในการออกแบบความสัมพันธ์ของข้อมูล

Chen Model	Crow's Foot Model	ความหมาย
		ใช้แสดง Entity
		Relationship Line เส้นเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่าง Entity
		Relationship ใช้แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Entity สำหรับ Crow's Foot Model ใช้ตัวอักษรเขียนแสดงความสัมพันธ์
		Attribute ใช้แสดง Attribute ของ Entity
		ใช้แสดงคีย์หลัก (Identifier)

Chen Model	Crow's Foot Model	ความหมาย
		Associative Entity
		Weak Entity

ที่มา : (โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์, 2555: น.196)

ตารางที่ 2.3 สัญลักษณ์ความสัมพันธ์ในการออกแบบความสัมพันธ์ของข้อมูล

Chen Model	Crow's Foot Model	ความหมาย
		หนึ่ง–ต่อ–หนึ่ง (one–to–one)
		หนึ่ง–ต่อ–กลุ่ม (one–to–many)
		กลุ่ม–ต่อ–กลุ่ม (many–to–many)

ที่มา : (โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์, 2555: น.296)

2.3.5 แบบจำลองที่ใช้อธิบายโครงสร้างของฐานข้อมูล(ER Diagram)

ER Diagram คือ แบบจำลองที่ใช้อธิบายโครงสร้างของฐานข้อมูลซึ่งเขียนออกมาในลักษณะของรูปภาพ การอธิบายโครงสร้างและความสัมพันธ์ของข้อมูล (Relationship) ประกอบด้วย

- เอนทิตี้ (Entity) เป็นวัตถุ หรือสิ่งของที่เราสนใจในระบบงานนั้น ๆ
- แอททริบิว (Attribute) เป็นคุณสมบัติของวัตถุที่เราสนใจ
- ความสัมพันธ์ (Relationship) คือ ความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี้

ER Diagram มีความสำคัญต่อการพัฒนาระบบงานฐานข้อมูล Application ต่างๆ ที่ต้องการการเก็บข้อมูลอย่างมีระบบ มีโครงสร้าง ดังนั้น ER Diagram จึงใช้เพื่อเป็นเอกสารในการสื่อสารระหว่าง นักออกแบบระบบ และนักพัฒนาระบบ เพื่อให้สื่อสารอย่างตรงกัน และเป็นสากลอีกด้วย

2.3.6 แบบของข้อมูล (Data Type)

โครงสร้างฐานข้อมูลของระบบสารสนเทศสำหรับติดตามงานวิจัยเก็บภายใต้โปรแกรมฐานข้อมูลมายเอสคิวแอล (MySQL) โดยใช้ภาษาเอสคิวแอล (SQL) ในการจัดการ ฐานข้อมูล มีลักษณะแบบของข้อมูล (data type) ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 แสดงแบบข้อมูลชนิดจำนวนทศนิยม

ลำดับ	ชื่อประเภทข้อมูล	แบบคิดเครื่องหมาย	แบบไม่คิดเครื่องหมาย	เนื้อที่เก็บข้อมูล
1	FLOAT(M,D) ค่า M เป็นจำนวนหลักที่ต้องการแสดงผลและค่า D คือ จำนวนหลังจุดทศนิยม	–3.402823466E+38 ถึง –1.175494351E–38	0 และ .175494351E – 38 ถึง 3.402823466E+38	4 byte
2	DOUBLE(M,D)	–1.7976931348623157E + 308 ถึง – 2.225073858507201 4E – 308	0 และ 2.2250738 585072014E – 308 ถึง 1.79769313486231 57E + 308	8 byte
3	DECIMAL(M,D) หรือ NUMERIC(M,D)	เก็บค่าเลขทศนิยมแบบระบุจำนวนหลัก M ทุกหลักรวมจุดทศนิยม และ D หลักหลังทศนิยม เช่น ถ้าต้องการเก็บค่าให้ได้มากที่สุดเพียง 9999.99 ให้กำหนดเป็น DECIMAL(7,2)	เก็บค่าเลขทศนิยมแบบระบุจำนวนหลัก M ทุกหลักรวมจุดทศนิยม และ D หลักหลังทศนิยม เช่น ถ้าต้องการเก็บค่าให้ได้มากที่สุดเพียง 9999.99 ให้กำหนดเป็น DECIMAL(7,2)	ถ้า D = 0 ขนาดที่เก็บคือ M+1 ไบต์ ถ้า D > 0 ขนาดที่เก็บคือ M+2 ไบต์

ตารางที่ 2.5 แสดงแบบข้อมูลชนิดจำนวนเต็ม

ลำดับ	ชื่อประเภทข้อมูล	แบบคิดเครื่องหมาย	แบบไม่คิดเครื่องหมาย	เนื้อที่เก็บข้อมูล
1	TINYINT(M)	-128 ถึง 127	0 ถึง 255	1 byte
2	SMALLINT(M)	-32768 ถึง 32767	0 ถึง 65535	2 byte
3	MEDIUMINT(M)	-8388608 ถึง 8388607	0 ถึง 16777215	3 byte
4	INT(M) หรือ INTEGER(M)	- 2147483648 ถึง 2147483647	0 ถึง 4294967295	4 byte
5	BIGINT(M)	- 9223372036854775808 ถึง 9223372036854775807	0 ถึง 18446744073709551615	8 byte

ตารางที่ 2.6 แสดงแบบข้อมูลสำหรับตัวอักษร

ลำดับ	ชื่อประเภทข้อมูล	รายละเอียด	เนื้อที่เก็บข้อมูล
1	CHAR (M)	เป็นข้อมูลจริงที่จำกัดความกว้าง ไม่สามารถปรับขนาดได้ ขนาดความกว้างเป็นได้ตั้งแต่ 1 ถึง 255 ตัวอักษร	ตามจำนวนตัวอักษรที่ระบุ
2	VARCHAR (M)	คล้ายกับแบบ CHAR(M) แต่สามารถปรับขนาดตามข้อมูลที่เก็บในฟิลด์ได้ ความกว้างเป็นได้ตั้งแต่ 1 ถึง 255 ตัวอักษร	ขนาดข้อมูลจริง + 1 btye

ลำดับ	ชื่อประเภทข้อมูล	รายละเอียด	เนื้อที่เก็บข้อมูล
3	TINYTEXT	เป็น text ที่ความกว้างเป็นได้สูงสุด 255 ตัวอักษร	ขนาดข้อมูลจริง + 1 byte
4	TEXT	เป็น text ที่ความกว้างเป็นได้สูงสุด 65,535 ตัวอักษร	ขนาดข้อมูลจริง + 2 byte
5	MEDIUMTEXT	เป็น text ที่ความกว้างเป็นได้สูงสุด 16,777,215 ตัวอักษร	ขนาดข้อมูลจริง + 3 byte
6	LONGTEXT	เป็น text ที่ความกว้างเป็นได้สูงสุด 4,294967,295 ตัวอักษร	ขนาดข้อมูลจริง + 4 byte
7	ENUM	เป็นข้อมูลประเภทระบุเฉพาะค่าที่ต้อง หรือถ้าไม่มีจะให้เป็นค่า NULL สามารถกำหนดค่าได้ถึง 65,535 ค่า	ตามจำนวนตัวอักษรที่ระบุ
8	SET('value1', 'value2',...)	เป็นข้อมูลประเภทเซ็ต ประกอบด้วยข้อมูลที่ไม่มีค่าหรือมีค่าตามสมาชิกที่กำหนด สามารถมีจำนวนสมาชิกได้ 64 ตัว	

ตารางที่ 2.7 แสดงแบบข้อมูลสำหรับวันที่และเวลา

ลำดับ	ชื่อประเภทข้อมูล	รายละเอียด	เนื้อที่เก็บข้อมูล
1	DATE	ข้อมูลชนิดวันที่ ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม ค.ศ. 1000 ถึง 31 ธันวาคม ค.ศ. 9999 การแสดงผลวันที่อยู่ในรูปแบบ 'YYYY-MM-DD'	3 byte
2	DATETIME	ข้อมูลชนิดวันที่และเวลา ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม ค.ศ. 9999 1000 ถึง 31 ธันวาคม ค.ศ. 9999 เวลา 23:59:59 การแสดงผลวันที่และเวลาอยู่ในรูปแบบ 'YYYY-MM-DD HH:MM:SS'	8 byte

ลำดับ	ชื่อประเภทข้อมูล	รายละเอียด	เนื้อที่เก็บข้อมูล
3	TIME	ข้อมูลประเภทเวลาสามารถเป็นได้ตั้งแต่ '-838:59:59' ถึง '838:59:59' แสดงผลในรูปแบบ HH:MM:SS	3 byte
4	YEAR(2/4)	ข้อมูลประเภทปี ค.ศ. โดยสามารถเลือกแบบว่าจะใช้แบบ 2 หรือ 4 หลัก ถ้าเป็น 2 หลัก จะใช้ได้ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1901 ถึง 2155 ถ้าเป็น 4 หลักจะใช้ได้ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1970 ถึง 2069	

2.4 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบบริหารงานและแสดงผลข้อมูลเชิงพื้นที่ในรูปแบบการบริการแบบกลุ่มเมฆ พบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

ศิริศักดิ์ เกษารัตน์ (2556) “การผสานข้อมูลโครงการก่อสร้างร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อใช้ในการควบคุมและติดตามงานก่อสร้างโครงการพัฒนาแหล่งน้ำ” งานวิจัยนี้เป็นการศึกษารูปแบบการผสานข้อมูลโครงการก่อสร้างร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มีวัตถุประสงค์เพื่อควบคุมและติดตามงานก่อสร้าง และเพื่อจัดทำระบบฐานข้อมูลงานก่อสร้างโครงการพัฒนาแหล่งน้ำ โดยใช้โครงการในอดีต จำนวน 5 โครงการเป็นกลุ่มตัวอย่าง จากข้อมูลงานก่อสร้างของสำนักงานทรัพยากรน้ำภาค 1 กรมทรัพยากรน้ำได้ถูกนำมาใช้เป็นข้อมูลทดสอบ ซึ่งในขั้นตอนแรกเป็นการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องทั้งหมดของงานก่อสร้างโครงการ รวมถึงข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่ได้จัดทำเพิ่มเติม ขั้นตอนต่อมาคือการศึกษาข้อมูล เพื่อจัดเตรียมและกำหนดรูปแบบการผสานข้อมูล โดยการศึกษาความต้องการใช้งานและรูปแบบการทำงานของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยการสอบถามผู้เชี่ยวชาญถึงความต้องการพื้นฐานจากระบบการผสานข้อมูล จากนั้นทำการวิเคราะห์ฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่จัดเก็บไว้ และกำหนดรูปแบบการผสานข้อมูลให้ตรงตามวัตถุประสงค์การใช้งาน ขั้นตอนสุดท้ายคือการผสานข้อมูลโดยใช้โปรแกรม ArcGIS แล้วนำผลลัพธ์ที่ได้มาสอบถามจากผู้มีส่วนเกี่ยวข้องระหว่างการประชุมโครงการก่อสร้าง โดยได้มีการนำข้อมูลที่ถูกผสานแล้วมาสอบถามประโยชน์และความพึงพอใจ ภายในสำนักงานทรัพยากรน้ำภาค 1 โดยภาพรวมของ

การประเมินผลพบว่า การมีระบบควบคุมและติดตามงานก่อสร้างโครงการพัฒนาแหล่งน้ำโดยวิธีการผสานข้อมูลร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มีประโยชน์มากถึงมากที่สุด ต่อการนำไปใช้เป็นเครื่องมือช่วยควบคุมและติดตามงานก่อสร้าง รวมถึงวางแผนบริหารงานก่อสร้างได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากการศึกษาข้อมูลวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องดังกล่าว ผู้จัดทำโครงงานได้นำข้อมูลจากการศึกษามาพัฒนาระบบสารสนเทศ ในการติดตามบันทึกข้อมูลการจัดเก็บภาษี โดยนำข้อมูลที่ได้จากการจัดเก็บ มาผสานเข้ากับ โปแกรม LTAX3000

นางพีระพิทย์ พืชมงคล ยงเฉลิมชัย (2558) “การวิจัยและพัฒนาด้านภูมิสารสนเทศโครงการการใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศประเมิน ผลผลิตปาล์มน้ำมันในลุ่มน้ำปากพนัง” การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจำแนกพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันที่ให้ผลผลิตแล้วและยังไม่ให้ผลผลิตในพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนัง ด้วยข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมแลนด์แซท 8 (LANDSAT-8) มาตรา ส่วน 1: 50,000 โดยการแปลตีความด้วยสายตา (Visual interpretation) และประเมินผลผลิตปาล์มน้ำมันจากพื้นที่ที่ให้ผลผลิต กับจำนวนผลผลิตต่อไร่โดยเฉลี่ย พบว่าลุ่มน้ำปากพนังมีพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันจำนวน 408.57 ตารางกิโลเมตรคิดเป็นร้อยละ 12.26 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยมีพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันที่ให้ผลผลิตแล้วจำนวน 333.55 ตารางกิโลเมตร และพื้นที่ที่ยังไม่ให้ผลผลิตมีจำนวน 75.02 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันส่วนใหญ่อยู่บริเวณที่ราบทางทิศตะวันออกและพื้นที่พรุซึ่งอยู่ตอนกลาง จากพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันที่ให้ผลผลิตแล้ว คาดว่าจะมีผลผลิตปาล์มน้ำมันประมาณ 625,410 ตัน

จากการศึกษาข้อมูลวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องดังกล่าว ผู้จัดทำโครงงานได้นำข้อมูลจากการศึกษามาพัฒนาระบบสารสนเทศ ได้นำวิธีการถ่ายภาพมาประยุกต์ใช้ให้เข้ากับงานเทศบาล และแสดงผลข้อมูลบนแผนที่

ณรงค์ พลีรักษ์ (2556) “ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อจัดการการท่องเที่ยวชุมชนในจังหวัดชลบุรี” ปัจจุบันการท่องเที่ยวเป็นแหล่งรายได้หลักของประเทศ ดังนั้นจึงมีการพัฒนาและสร้างแหล่งท่องเที่ยวใหม่ขึ้นมา เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของนักท่องเที่ยว วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ คือ การสำรวจข้อมูลแหล่งท่องเที่ยวชุมชน ประเมินมาตรฐานของแหล่งท่องเที่ยวชุมชน และจัดทำเส้นทางการท่องเที่ยวชุมชนในจังหวัดชลบุรี จากการสำรวจภาคสนาม พบว่าในจังหวัดชลบุรีมีแหล่งท่องเที่ยวชุมชนทั้งสิ้น 45 แห่ง จำแนกออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ แหล่งท่องเที่ยวทางประวัติศาสตร์ จำนวน 34 แห่ง แหล่งท่องเที่ยวทางวัฒนธรรม จำนวน 3 แห่ง แหล่งท่องเที่ยวทางธรรมชาติ จำนวน 5 แห่ง และแหล่งท่องเที่ยวเชิงนิเวศ จำนวน 3 แห่ง และได้นำข้อมูลดังกล่าวมาจัดทำเป็นแผนที่ด้วยโปรแกรมระบบ

สารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ArcGIS Desktop 10 จากการประเมินคุณภาพแหล่งท่องเที่ยวชุมชน พบว่า แหล่งท่องเที่ยวส่วนใหญ่มีมาตรฐานต่ำกว่าเกณฑ์ โดยมีแหล่งท่องเที่ยวจำนวน 5 แห่งที่มีมาตรฐานคุณภาพอยู่ในระดับปานกลาง ได้แก่ ศูนย์ศึกษาธรรมชาติและอนุรักษ์ป่าชายเลนเพื่อการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ ศูนย์กิจกรรมธรรมชาติมาบเอื้อง วัดญาณสังวราราม วัดเทพวราราม และชุมชนอ่างศิลา และมีแหล่งท่องเที่ยวเพียง 1 แห่งที่มีมาตรฐานอยู่ในระดับดี ได้แก่ น้ำตกชันตาเถร จากนั้นจึงทำการจัดเส้นทางการท่องเที่ยวชุมชนออกเป็น 4 เส้นทาง ได้แก่ เส้นทางที่ 1 เส้นทางธรรมชายฝั่งทะเล เส้นทางที่ 2 ย้อนรอยตำนานนิทานพื้นบ้านพระรถเมรี เส้นทางที่ 3 สี่ถ้ำธรรมะ และเส้นทางที่ 4 ธรรมชาติที่หลากหลาย ขั้นตอนสุดท้าย คือ วิเคราะห์เส้นทางการท่องเที่ยวชุมชนที่สั้นที่สุด (Shortest route) โดยใช้ชุดคำสั่งการวิเคราะห์โครงข่าย (Network Analyst Extension) โดยในเส้นทางที่ 1 มีระยะทางรวมเท่ากับ 96.51 กิโลเมตร เส้นทางที่ 2 มีระยะทางรวมเพียง 31.59 กิโลเมตร เส้นทางที่ 3 มีระยะทางรวมเท่ากับ 58.48 กิโลเมตร และเส้นทาง ที่ 4 มีระยะทางรวมเท่ากับ 36.40 กิโลเมตร

จากการศึกษาข้อมูลวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องดังกล่าว ผู้จัดทำโครงงานได้นำข้อมูลจากการศึกษามาพัฒนาระบบสารสนเทศ โดยใช้ระบบแสดงเส้นทางของข้อมูลป้ายภาษีที่จัดเก็บโดยพนักงานที่ลงสำรวจพื้นที่ จัดทำเป็นระบบนำทางเพื่อที่จะสามารถให้หัวหน้างานลงพื้นที่ตรวจงานได้อย่างถูกต้อง

จรัสพรรณ หาวงษ์ (2556) “การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลในการจำแนกเขตทรัพยากรแร่” การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลในการจำแนกเขตทรัพยากรแร่ เป็นการดำเนินการภายใต้โครงการจำแนกเขตเพื่อการจัดการด้านธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณีรายจังหวัด ดำเนินการมาตั้งแต่ปีงบประมาณ พ.ศ. 2549 ถึงปัจจุบัน มีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นแนวทาง และนำเสนอเทคนิควิธีการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในงานด้านการวิเคราะห์การจำแนกเขตทรัพยากรแร่ ตามหลักเกณฑ์การจำแนกเขตทรัพยากรธรณี การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลในการจำแนกเขตทรัพยากรแร่ เป็นการศึกษารวบรวมข้อมูลปัจจัยและหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนกเขตทรัพยากรแร่ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลทรัพยากรแร่ ด้วยโปรแกรม ArcGIS โดยมีขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลการจำแนกเขต 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1. การรวบรวมข้อมูลพื้นฐานของปัจจัยที่เกี่ยวข้อง และนำเข้าข้อมูล 2.การวิเคราะห์ข้อมูลทรัพยากรแร่ และ 3.การจำแนกเขตทรัพยากรแร่ ซึ่งเป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลปัจจัยเชิงพื้นที่ต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง และวิธีการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ ใช้การซ้อนทับชั้นข้อมูลแบบ (Union) โดยนำชั้นข้อมูลปัจจัยทุกชั้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องมาทำการซ้อนทับ เพื่อให้เกิด

ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่และเชิงอรรถสำหรับนำมาสอบถาม คัดแยกข้อมูล และแสดงผลลัพธ์ในรูปแบบแผนที่จำแนกเขตพื้นที่ทรัพยากรแร่ สามารถจำแนกออกเป็น 3 เขต คือ เขตสงวนทรัพยากรแร่ เขตอนุรักษ์ทรัพยากรแร่ และเขตพัฒนาทรัพยากรแร่ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานการบริหารจัดการพื้นที่ทรัพยากรแร่ตามหลักเกณฑ์การจำแนกทรัพยากรธรณี ประโยชน์จากการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลในการจำแนกเขตทรัพยากรแร่เป็นแนวทางวิธีการที่สะดวกรวดเร็วและประหยัดค่าใช้จ่าย เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ได้ข้อมูลพื้นฐานด้านทรัพยากรแร่ที่สอดคล้องกับฐานทรัพยากรที่มีอยู่ในท้องถิ่น เพื่อใช้ในการวางแผนและดำเนินงานได้อย่างเหมาะสมเกิดความสมดุลระหว่างการใช้ประโยชน์กับการสงวนรักษา ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เกิดประโยชน์สูงสุด และเกิดการพัฒนาอย่างยั่งยืน พร้อมทั้งสามารถนำแนวทางวิธีการไปประยุกต์ใช้กับข้อมูลธรณีวิทยา และทรัพยากรธรณีด้านอื่น ๆ

จากการศึกษาข้อมูลวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องดังกล่าว ผู้จัดทำโครงงานได้นำข้อมูลจากการศึกษามาพัฒนาระบบสารสนเทศ โดยสามารถนำมาใช้ในการแบ่งกลุ่มงาน เพื่อง่ายต่อการค้นหาข้อมูล และสามารถแยกพื้นที่การทำงานของแต่ละกลุ่มงานได้

เอลียา หมัดสมัน (2557) “การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อประเมินหาพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มในพื้นที่อำเภอศรีนครินทร์ จังหวัดพัทลุง” การศึกษาครั้งนี้วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเกิดแผ่นดินถล่ม และเพื่อศึกษาพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดแผ่นดินถล่มในบริเวณพื้นที่อำเภอศรีนครินทร์ จังหวัดพัทลุง โดยการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) มาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ จากการศึกษาพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดแผ่นดินถล่ม ได้แก่ 1) ลักษณะภูมิประเทศ คือ ความลาดชัน 2) ลักษณะทางธรณีวิทยา คือ ชนิดหิน 3) ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน คือ ประเภทการใช้ที่ดิน 4) ลักษณะภูมิอากาศ คือ ปริมาณน้ำฝน และ 5) ลักษณะของดิน สำหรับการศึกษาหาพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดแผ่นดินถล่ม พบว่าพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดแผ่นดินถล่มในพื้นที่อำเภอ ศรีนครินทร์ จังหวัดพัทลุง แบ่งออกเป็น 3 ระดับ ดังนี้ 1) พื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดแผ่นดินถล่มมาก คือ ชุมชนบ้านคอกเสือ และบ้านลำสินธุ์เหนือ 2) พื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดแผ่นดินถล่มปานกลาง คือ ชุมชนบ้านป่าสน บ้านโหล๊ะไฟ บ้านนาวง บ้านห้วยท่าฝัง บ้านปากแพรก บ้านชุมพล บ้านลำใน บ้านตีนนา บ้านเกาะเหรียง และบ้านหนองเสม็ด 3) พื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดแผ่นดินถล่มน้อย คือ ชุมชนบ้านเกาะขัน บ้านขาม บ้านเขาคราม บ้านคลองหมวย บ้านควนดินสอ บ้านโคกยาง บ้านชุมทอง บ้านต้นตอ บ้านต้นธง บ้านโตน บ้านใต้บ่อ บ้านทุ่งยาว บ้านนารา บ้านน้ำใต้บ่อ บ้านประดู่ บ้านป่าสน บ้านลำกระ บ้านลำสินธุ์ บ้านวงศ์ บ้านสวนหมาก

บ้านสวนโหนด บ้านหนองหว้า บ้านหนองเหรียง บ้านหนองโหรง บ้านหนองโหล๊ะ บ้านโหล๊ะหนุน และบ้านอ่างทอง

การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อประเมินหาพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มในพื้นที่อำเภอศรีนครินทร์ จังหวัดพัทลุง เพื่อศึกษาพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดแผ่นดินถล่มในบริเวณพื้นที่อำเภอศรีนครินทร์ จังหวัดพัทลุง โดยการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) มาใช้ในการศึกษาครั้งนี้

สรุปงานวิจัย

ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เป็นเครื่องมือทางภูมิศาสตร์ที่มีประโยชน์อย่างยิ่งต่อการจัดเก็บระบบข้อมูล ทำให้ในปัจจุบันได้มีการนำ GIS มาใช้งานกันอย่างแพร่หลาย ทั้งหน่วยงานของภาครัฐและเอกชน ไม่ว่าจะเป็น งานจัดเก็บภาษี กระทรวงสาธารณะสุข งานด้านสาธารณูปโภค เป็นต้น ซึ่งได้มีการพัฒนาทั้งด้านฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์

การใช้งานระบบสารสนเทศจะมีประโยชน์มากในการศึกษาวิชาภูมิศาสตร์ ถ้ารู้จักการใช้งาน การใช้งานระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จะต้องมีเป้าหมายชัดเจน รู้จักคัดเลือกข้อมูลมาวิเคราะห์ การใช้งานจะต้องวางแผนงาน ในการกำหนดคุณภาพ มาตราส่วนของข้อมูลและที่สำคัญคือ ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลนำไปใช้ประโยชน์ ในการปรับปรุงข้อมูลให้ทันสมัยตลอดเวลา