การพัฒนาระบบเว็บเพื่อวัดระยะเวลาตอบสนองและพยากรณ์อุปสงค์ภายในห่วงโซ่อุปทานโลหิต

วิจัย บุญญานุสิทธิ์ [1)]และ พงษ์ชัย จิตตะมัย[2*)]

[1]สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ สำนักวิชาเทคโนโลยีสังคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000 Email: m5020072@g.sut.ac.th

[2]สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000 Email: jittamai@sut.ac.th

บทคัดย่อ

ภาคบริการโลหิตแห่งชาติ ดำเนินกิจกรรมหลักที่สำคัญ คือ การจัดหา ตรวจสอบคัดกรอง จัดเก็บและการเบิกจ่ายและกระจายโลหิตและส่วนประกอบโลหิต การเบิกจ่ายโลหิตนั้นเป็นกิจกรรมที่สำคัญภายในห่วงโซ่อุปทานโลหิต ซึ่งประกอบไปด้วยภาคบริการโลหิตแห่งชาติและโรงพยาบาลเครือข่ายอันมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน โดยภาคบริการโลหิตแห่งชาติในประเทศไทย ณ ปัจจุบัน กิจกรรมดังกล่าวยังประสบปัญหาเกี่ยวกับการสื่อสารข้อมูลที่ดีและมีประสิทธิภาพเท่าที่ควร อันส่งผลให้ไม่สามารถเบิกจ่ายโลหิตตามรายละเอียดของและปริมาณตามอุปสงค์ที่เกิดขึ้นภายในห่วงโซ่อุปทานโลหิตได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม การพัฒนาระบบเว็บเพื่อวัดระยะเวลาการตอบสนองและพยากรณ์อุปสงค์ภายในห่วงโซ่อุปทานโลหิต มีวัตถุประสงค์สำคัญเพื่อใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพด้านการสื่อสารข้อมูลภายในห่วงโซ่อุปทานโลหิต โดยมุ่งเน้นในการจัดการกับปัญหาในการค้นหาถุงโลหิตตามหมู่โลหิตและจำนวนที่เหมาะสม ภายในภาคบริการโลหิตแห่งชาติที่ 5 นครราชสีมา ระบบต้นแบบสามารถแสดงผลถึงโรงพยาบาลเครือข่ายที่เหมาะสมในการร้องขอโลหิต ทั้งที่มีจำนวนโลหิตพอเพียงและไม่พอเพียง โดยเรียงลำดับตามระยะทางที่ใกล้กับภาคบริการโลหิตแห่งชาติที่ 5 ที่สุดไปยังไกลที่สุดอีกด้วย ซึ่งเป็นเหตุให้บุคลากรสามารถใช้สารสนเทศดังกล่าวในการตัดสินใจเพื่อการค้นหาโลหิตภายในห่วงโซ่อุปทานโลหิตได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมยิ่งขึ้น ระบบเว็บต้นแบบดังกล่าวยังได้รับการประเมินผลเบื้องต้นทางด้านระยะเวลาตอบสนองในการค้นหาโลหิตตามหมู่โลหิตและจำนวนที่ต้องการด้วยวิธีการจำลองสถานการณ์ผลปรากฏว่า ระบบเว็บมีระยะเวลาการตอบสนองเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 0.026976 วินาที และสมการคณิตศาสตร์ที่ได้จากผลลัพธ์ในการจำลองสถานการณ์ดังกล่าวคือ $E_n = \frac{\sum_{i=1}^{n}(E_i + E_{i+1} + E_{i+2} + E_{i+3} + ... + E_n)}{n}$ ยิ่งไปกว่านั้น ระบบต้นแบบดังกล่าวสามารถถูกใช้ในการคำนวณและพยากรณ์อุปสงค์ของความต้องการถุงโลหิตที่เกิดขึ้น ณ ภาคบริการโลหิตแห่งชาติที่ 5 แบบเดือนต่อเดือน ซึ่งจากการวิเคราะห์ข้อมูลสรุปการเบิกจ่ายโลหิตและส่วนประกอบโลหิตย้อนหลัง 5 ปี ประกอบกับการศึกษาตัวแบบพยากรณ์เชิงอนุกรมเวลาเปรียบเทียบกันในแต่ละตัวแบบ ผลปรากฏว่า ตัวแบบพยากรณ์วิธี Exponential Smoothing นั้นมีความเหมาะสมที่จะใช้พยากรณ์กับข้อมูลดังกล่าวมากที่สุด เนื่องจากให้ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ต่ำที่สุดที่ 26.1492 %ที่ค่าถ่วงน้ำหนัก α = 0.1

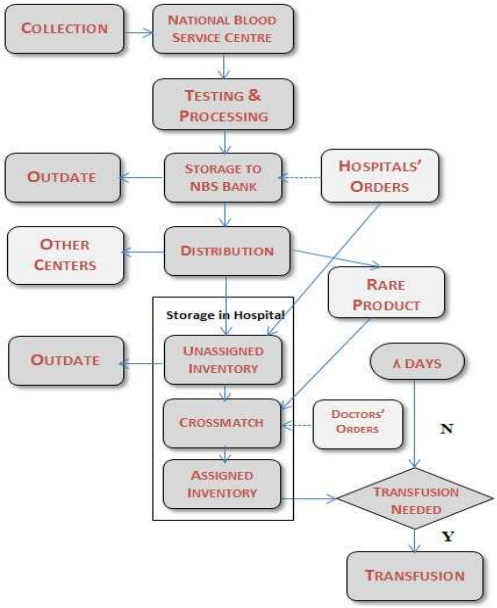
คำสำคัญ:ภาคบริการโลหิตแห่งชาติ;ธนาคารเลือด;โรงพยาบาลเครือข่าย;การร้องขอโลหิต; การพยากรณ์อุปสงค์

1. ที่มาและความสำคัญ

โลหิต เป็นทรัพยากรที่สำคัญประเภทหนึ่งในการดำเนินกิจกรรมทางการแพทย์และสาธารณสุขความต้องการในการใช้โลหิตเกิดขึ้นจากการเจ็บป่วยของมนุษย์ซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่สามารถควบคุมได้ ตลอดจนการจัดหาโลหิตนั้นได้มาจากการรับบริจาคจากมนุษย์ที่มีความสมัครใจเพียงแหล่งเดียวเท่านั้น ยิ่งไปกว่านั้นโลหิตนั้นไม่มีต้นทุนทางตรงหรือไม่สามารถประเมินราคาได้และมีอายุจำกัดในระยะเวลาที่ค่อนข้างสั้น ด้วยเหตุผลเบื้องต้นเหล่านี้ ทำให้โลหิตเป็นทรัพยากรทางการแพทย์ที่สำคัญ ซึ่งควรได้รับการบริหารจัดการที่ดีเพื่อก่อให้เกิดความสูญเสียน้อยที่สุด ซึ่งเป็นที่ทราบกันดีว่า หน่วยงานทางการแพทย์และสาธารณสุขซึ่งมีหน้าที่ในการบริหารจัดการทรัพยากรโลหิตคือ ธนาคารเลือด อันเป็นหน่วยงานของศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ สภากาชาดไทย

ศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ สภากาชาดไทยเป็นหน่วยงานทางการแพทย์เฉพาะด้าน ซึ่งมีบทบาทและความสำคัญต่อกิจกรรมทางการแพทย์และสาธารณสุขที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานด้านโลหิตเป็นหลัก โดยรับผิดชอบด้านการบริการโลหิตทั้งหมดของประเทศไทย และมีหน้าที่ในการจัดหาโลหิตจากผู้บริจาคซึ่งไม่หวังผลตอบแทน เพื่อนำไปใช้รักษาผู้ป่วยทั่วประเทศ ซึ่งต้องดำเนินการจัดหาโลหิตให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้เพื่อนำไปจ่ายให้กับผู้ป่วยภายในโรงพยาบาลต่างๆ ทั่วประเทศ ในปัจจุบัน ทางศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติไม่สามารถที่จะจัดหาโลหิตได้อย่างเพียงพอที่จะจ่ายให้กับโรงพยาบาลต่างๆ ทั่วประเทศ ประกอบกับข้อจำกัดด้านการหมดอายุของโลหิตและระยะทางการขนส่งในระดับภาค ดังนั้น ศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ สภากาชาดไทย จึงได้จัดตั้ง ภาคบริการโลหิตแห่งชาติขึ้นเพื่อกระจายอำนาจและการดำเนินงานบริการโลหิตให้สามารถรองรับความต้องการที่เกิดขึ้นในระดับภูมิภาคได้อย่างทั่วถึง โดยภาคบริการโลหิตแห่งชาติแห่งแรกนั้นถูกจัดตั้งขึ้นใน พ.ศ.2539มีวัตถุประสงค์เพื่อดำเนินการตรวจสอบคุณภาพโลหิตให้ได้มาตรฐานเดียวกันทั่วประเทศ และเป็นจุดศูนย์กลางของการให้บริการเบิกจ่ายโลหิตและส่วนประกอบ รวมทั้งเป็นศูนย์รวบรวมข้อมูลผู้บริจาคโลหิตให้กับโรงพยาบาลทั้งภาครัฐและเอกชน และสาขาบริการโลหิตแห่งชาติในเครือข่ายและพื้นที่ที่รับผิดชอบ

งานธนาคารเลือดภายในโรงพยาบาล มีความสำคัญมากในการรักษาชีวิตผู้ป่วย ในหลายๆ กรณีเช่น ผู้ป่วยที่ได้รับอุบัติเหตุเสียเลือดมาก ผู้ป่วยที่ต้องรับการผ่าตัดผู้ป่วยที่มีภาวะเลือดออกในทางเดินอาหาร เป็นต้น ซึ่งการเตรียมโลหิตหรือส่วนประกอบให้ผู้ป่วยที่รวดเร็วและมีความปลอดภัย จะช่วยทำให้การรักษาของแพทย์มีประสิทธิภาพและช่วยรักษาชีวิตผู้ป่วยไว้ได้ในที่สุด โดยบุคลากรภายในธนาคารเลือด ต้องสามารถจัดการและดำเนินกิจกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องได้อย่างมีประสิทธิภาพ อนึ่ง ภาคบริการโลหิตแห่งชาตินั้นจำเป็นต้องมีกิจกรรมและกระบวนการดำเนินงานที่สามารถสนับสนุนประสิทธิภาพของธนาคารเลือดในโรงพยาบาลแต่ละแห่งนั้นเช่นเดียวกัน เพราะเปรียบเสมือนศูนย์กลางในการจัดหา ตรวจสอบ จัดเก็บ และเบิกจ่ายโลหิตให้กับโรงพยาบาลเครือข่าย ซึ่งจะเห็นได้อย่างชัดเจนว่า กิจกรรมที่ทั้งภาคบริการโลหิตกับธนาคารเลือดของโรงพยาบาลนั้นต้องดำเนินร่วมกันหรือพึ่งพาซึ่งกันแหละกัน นั่นคือ การเบิกจ่ายโลหิตและกระจายโลหิต กล่าวคือ ภาคบริการโลหิตแห่งชาติเปรียบเสมือน ศูนย์กระจายสินค้าโรงพยาบาลแต่ละแห่งในเครือข่ายแต่ละแห่ง เปรียบเสมือนคู่ค้าหรือพ่อค้าคนกลาง และท้ายที่สุด ผู้ป่วยในโรงพยาบาลที่ต้องการโลหิตเปรียบเสมือน ลูกค้าขั้นสุดท้าย ซึ่งทุกส่วนดังกล่าวนี้ มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันภายในห่วงโซ่อุปทาน โดยจัดเป็น ห่วงโซ่อุปทานโลหิต (blood supply chain) ซึ่งมีตัวแบบของห่วงโซ่อุปทานดังกล่าว ดังรูปที่ 1

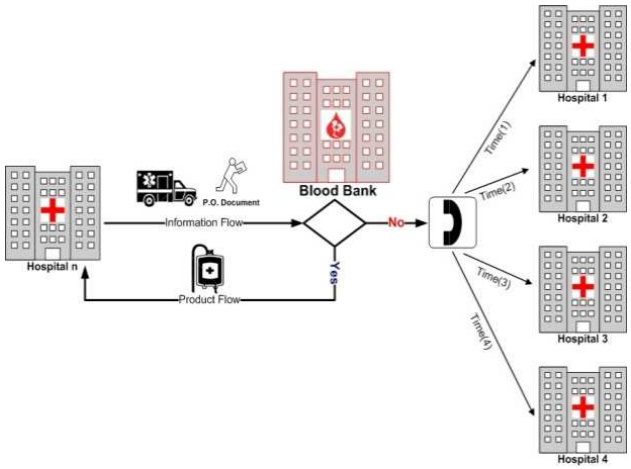


ที่มา : Using simulation to improve the blood supply chain, Katsaliaki, K., and Brailsford, SC., 2007, Journal of the Operation Research Society, 2007, Vol.58, p.220.

รูปที่ 1:แสดงการเคลื่อนไหวของข้อมูลและโลหิตภายในห่วงโซ่อุปทานโลหิต

จากการสำรวจข้อมูลและศึกษาปัญหา โดยการสำรวจพื้นที่จริงและสัมภาษณ์บุคลากร ซึ่งเป็นหัวหน้าของภาคบริการโลหิตแห่งชาติที่ 5 จังหวัดนครราชสีมา โดยมุ่งเน้นการสำรวจและศึกษา ในประเด็นด้านกระบวนการทำงานและเทคโนโลยีที่ใช้เป็นหลักในส่วนของงานด้านการจัดเก็บ ร้องขอ เบิกจ่าย และกระจายโลหิต พบว่า เทคโนโลยีการสื่อสารที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารระหว่าง ภาคบริการโลหิตแห่งชาติที่ 5 กับโรงพยาบาลแต่ละแห่งในเครือข่ายนั้น มีการใช้โทรศัพท์และเอกสารเป็นหลัก กล่าวคือ กรณีที่โรงพยาบาลมีความต้องการในการใช้โลหิตและส่วนประกอบโลหิต จะทำการเดินทางมาส่งเอกสารซึ่งแสดงรายละเอียดในการร้องขอเพื่อเบิกโลหิตและส่วนประกอบ ณ ภาคบริการโลหิตแห่งชาติที่ 5 จากนั้น บุคลากรของภาคบริการโลหิตจะทำการตรวจสอบรายละเอียดของเอกสาร ในข้อมูลด้านรายละเอียด เช่น หมู่โลหิตและจำนวนที่ต้องการ และเปรียบเทียบกับจำนวนโลหิตที่มีอยู่จริง ณ เวลานั้น ภายในตู้จัดเก็บถุงโลหิตและส่วนประกอบโลหิต ซึ่งถ้าหากมีเพียงพอต่อความต้องการ จะสามารถทำการเบิกจ่ายโลหิตและส่วนประกอบให้ตรงตามความต้องการตามเอกสารในการเบิกจ่ายได้ แต่ในกรณีที่จำนวนโลหิตและส่วนประกอบภายในภาคบริการโลหิต ณ เวลานั้น ไม่เพียงพอต่อความต้องการ บุคลากรจะทำการติดต่อสื่อสารผ่านทางโทรศัพท์ไปยังธนาคารเลือด ของโรงพยาบาลแห่งอื่นๆ ภายในจังหวัดนครราชสีมา เพื่อสอบถามข้อมูลโลหิตและส่วนประกอบ ด้านจำนวนและรายละเอียดตามความต้องการภายในเอกสารดังกล่าว ซึ่งถ้าหากทางธนาคารเลือด ของโรงพยาบาลที่ได้รับการติดต่อไปนั้น สามารถจัดหาและเบิกจ่ายโลหิตและส่วนประกอบได้ตรงตามความต้องการที่ถูกร้องขอไปนั้น บุคลากรของภาคบริการโลหิตแห่งชาติที่ 5 จะปรับปรุงและยืนยันเอกสารการขอเบิกโลหิตและส่วนประกอบดังกล่าว และให้เจ้าหน้าที่ผู้มาติดต่อนั้น เดินทางไปยื่นเอกสารการขอเบิกจ่ายดังกล่าวด้วยตนเอง ณ ธนาคารเลือด ของโรงพยาบาลที่ได้รับการติดต่อและยืนยัน ซึ่งเจ้าหน้าที่ดังกล่าว จะได้รับโลหิตและส่วนประกอบตามความต้องการและสามารถนำไปดำเนินการต่อไป

แต่ทว่า ในกรณีที่เป็นปัญหา คือ ทางธนาคารเลือด ของโรงพยาบาลที่ได้รับการติดต่อจากบุคลากรของภาคบริการโลหิตแห่งชาติที่ 5 ไปแล้วนั้น ทำการตรวจสอบตู้จัดเก็บโลหิตและส่วนประกอบของตนเอง และไม่สามารถเบิกจ่ายให้ตามความต้องการได้ อาจเนื่องมาจาก โลหิตและส่วนประกอบนั้นๆ มีผู้ป่วยในโรงพยาบาลอื่น ในเครือข่ายทำการจองไว้เพื่อใช้ในขั้นตอนรักษา หรือมีจำนวนไม่เพียงพอจริงๆ เป็นต้น ทำให้บุคลากรของ ภาคบริการโลหิตแห่งชาติที่ 5 จำเป็นต้องติดต่อไปยังธนาคารเลือด ของโรงพยาบาลแห่งอื่นๆ ผ่านทางโทรศัพท์ เพื่อแจ้งความต้องการและสอบถามความเป็นไปได้ในการเบิกจ่ายโลหิตและส่วนประกอบตามความต้องการดังกล่าว จนกว่าจะได้รับการยืนยันจากธนาคารเลือดของโรงพยาบาลแห่งใดแห่งหนึ่ง ซึ่งในการแจ้งความต้องการในการเบิกจ่ายโลหิตและส่วนประกอบโลหิตแต่ละครั้ง หากว่าธนาคารเลือดของโรงพยาบาลแต่ละแห่งที่ได้รับการติดต่อไปนั้น ไม่สามารถเบิกจ่ายได้ตามความต้องการ จำนวนหลายโรงพยาบาลติดต่อกัน จะส่งผลให้เกิดการสูญเสียระยะเวลาในระดับหนึ่ง ซึ่งความล่าช้านี้ อาจส่งผลกระทบร้ายแรงต่อผู้ป่วยในกรณีที่จำเป็นต้องใช้โลหิตและส่วนประกอบอย่างเร่งด่วนได้ โดยกระบวนการสื่อสารเพื่อการร้องขอ เบิกจ่าย และกระจายถุงโลหิตและส่วนประกอบโลหิตภายในห่วงโซ่อุปทานโลหิตสามารถแสดงได้ ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2:แสดงกระบวนการเบิกจ่ายและกระจายโลหิตภายในห่วงโซ่อุปทานโลหิต

ยิ่งไปกว่านั้น ปัญหาด้านการติดต่อสื่อสารในการเบิกจ่ายโลหิตและส่วนประกอบดังกล่าว ยังก่อให้เกิดปัญหาที่ตามมา คือ บุคลากรภายในภาคบริการโลหิตแห่งชาติที่ 5 ไม่สามารถทราบจำนวนหรือความต้องการของโลหิตและส่วนประกอบโลหิตที่แท้จริงตามช่วงเวลาต่างๆ ได้ ส่งผลให้ ไม่สามารถคาดการณ์หรือพยากรณ์จำนวนความต้องการที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงตามช่วงเวลา ได้อย่างเหมาะสม ซึ่งเป็นสาเหตุให้การจัดเก็บโลหิตและส่วนประกอบคงคลัง ไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร กล่าวคือ ในเมื่อไม่สามารถคาดการณ์หรือพยากรณ์ความต้องการโลหิตและส่วนประกอบในแต่ละช่วงเวลาได้แล้วนั้น จะทำให้ไม่สามารถทราบถึงจำนวนโลหิตและส่วนประกอบคงคลังที่เหมาะสม ซึ่งควรเก็บสำรองไว้เพื่อตอบสนองความต้องการที่เกิดขึ้นได้

จากการสำรวจปัญหา พอที่จะสรุปได้ว่า ปัญหาที่พบภายใน ภาคบริการโลหิตแห่งชาติที่ 5เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีการสื่อการและการจัดการทรัพยากรภายในห่วงโซ่อุปทานโลหิตเป็นหลัก โดยสามารถแบ่งได้ 2 ประเด็น คือ ปัญหาในการติดต่อสื่อสารเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างหน่วยงาน และการขาดความสามารถในการจัดการโลหิตและส่วนประกอบคงคลัง ซึ่งใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาแนวทางการแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยมุ่งเน้นที่แนวทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการจัดการห่วงโซ่อุปทานประกอบกันเป็นหลัก

2. ปริทัศน์วรรณกรรม

ในประเทศไทย มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนกิจกรรมหรืองานด้านธนาคารเลือด โดยเป็นการพัฒนาระบบสารสนเทศในส่วนของงานธนาคารเลือด (คมสันต์ พิทยาภรณ์, 2548) และระบบต้นแบบธนาคารเลือดบนอินเตอร์เน็ต (สิรีลักขณ์ รัตนผ่องใส, 2545) เพื่อสนับสนุนงานบริการโลหิตของโรงพยาบาล โดยมุ่งเน้นการวัดประสิทธิภาพ ด้านการทำงานของระบบดังกล่าวเป็นหลัก ส่วนในประเทศอินเดีย มีความก้าวหน้าด้านการใช้เทคโนโลยีกับธนาคารเลือด โดยมีการทดลองใช้ระบบวางแผนทรัพยากรกับธนาคารเลือดเพื่อเพิ่มคุณภาพผลผลิต และกำไร (Gupta, Priyadarshini, Massoud, and Agrawal, 2004) และการพัฒนาโปรแกรมในโทรศัพท์มือถือเพื่อใช้ในการติดต่อสื่อสารและติดตามข้อมูลของผู้บริจาคโลหิตในกรณีเกิดเหตุจำเป็น (Singh, Bhagava, and Kain, 2007)

ในประเทศสหรัฐอเมริกา ณ รัฐแคลิฟอร์เนีย มีการใช้เทคโนโลยีเพื่อยกระดับงานธนาคารเลือด ในการแก้ปัญหาด้านการจัดการคลังเลือดและการปฏิบัติงานภายในธนาคารเลือด (Peterson, 1969) อีกทั้งยังมีการจำลองสถานการณ์เพื่อศึกษาระบบงานด้านการเบิกจ่ายโลหิตภายในโรงพยาบาล ด้วยวิธีการ recursive-statistics-optimization-simulation เพื่อใช้ในการกำหนดนโยบายและจัดสรรทรัพยากร (Cohen and Pierskalla, n.d.) ส่วนทางประเทศอังกฤษนั้นมีการใช้โปรแกรม Simul8 ซึ่งใช้จำลองสถานการณ์ในการกระจายถุงโลหิตให้กับโรงพยาบาลต่างๆ เพื่อศึกษาความซับซ้อนของห่วงโซ่อุปทานที่มีผลต่อการกระจายถุงโลหิต (Mustafee, Taylor, Katsaliaki, and Brailsford, 2006)และในประเทศฟินแลนด์ มีการจำลองสถานการณ์โดยใช้ตัวแบบปัญหาในลักษณะของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นแบบไม่ต่อเนื่อง เพื่อศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของห่วงโซ่อุปทานโลหิต (Rytila and Spens, 2006)

ในปัจจุบันมีการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการใช้ประโยชน์ทางการแพทย์และสาธารณสุขมากยิ่งขึ้น โดยถึงแม้ขอบเขตของปัญหาและวัตถุประสงค์ในการใช้งานนั้นแตกต่างกันแต่ส่วนใหญ่มีแนวโน้มด้านรูปแบบในการใช้ระบบเว็บเป็นเครื่องมือในการสื่อสารและติดตามข้อมูลต่างๆ รวมทั้งการประมวลผลและการสนับสนุนการตัดสินใจทางการแพทย์และสาธารณสุข โดยระบบเว็บสามารถสนับสนุนการสื่อสารข้อมูลระหว่างหน่วยงานทางการแพทย์และสาธารณสุขที่อยู่ห่างไกลกันได้ในระยะเวลาที่ลดลง (Mohamed, 2003) เช่น การส่งผ่านข้อมูลผู้ป่วยระหว่างแผนกผ่านระบบเว็บภายในโรงพยาบาลทั่วไปหรือการใช้ระบบเว็บในการจัดการฐานข้อมูลผู้บริจาคโลหิตของธนาคารเลือดยิ่งไปกว่านั้นยังมีการใช้ในการดำเนินงานเฉพาะทางมากขึ้น เช่น การใช้ระบบเว็บเป็นเครื่องมือในการพัฒนาระยะเวลาและคุณภาพที่เหมาะสมในการรายงานผลข้อมูลการตรวจวัณโรคจากห้องปฏิบัติการในประเทศเปรู (Blaya, Yagui, Yale, Suarez, Asencios, Cegielski, and Fraser, 2007), การใช้ระบบเว็บในการจัดเก็บระเบียนทางการแพทย์เพื่อติดตามข้อมูลในการดูแลผู้ป่วย HIV ในประเทศเฮติ (Fraser, Jazayeri, Nevil, Karacaoglu, Farmer, Lyon, Fawzi, Leandre, Choi, and Mukherjee, 2004), และการใช้ระบบเว็บเป็นเครื่องมือในการจัดหา, ตรวจสอบและคัดกรอง, และกระจายโลหิตเพื่อป้องกันการแพร่กระจายของถุงโลหิตที่ติดเชื้อ HIV ซึ่งศึกษาใน 14 ประเทศในแถบแอฟริกาและคาริบเบียน (Thomas, Osuntogun, Pitman, Mulenga, and Vempala, 2009) เป็นต้น

การจำลองสถานการณ์ (Simulation) เป็นวิธีการในการทดสอบและประเมินประสิทธิภาพของห่วงโซ่อุปทานรูปแบบหนึ่ง ซึ่งมุ่งศึกษาปัจจัยและตัวแปรของตัวแบบห่วงโซ่อุปทานที่ถูกกำหนดขึ้นมาตามความเหมาะสม โดยส่วนใหญ่นั้น ลักษณะของตัวแบบปัญหาจะเป็นรูปแบบของเหตุการณ์แบบไม่ต่อเนื่อง (discrete event) เช่น Smaros, Lehtonen, Appelqvist, andHolmstrom (2003)ใช้ตัวแบบจำลองสถานการณ์แบบไม่ต่อเนื่อง เพื่อศึกษาผลกระทบด้านการเพิ่มขึ้นของอุปสงค์ ต่อประสิทธิภาพในการผลิตและการจัดการสินค้าคง

คลัง Verma (2006) ใช้ตัวแบบจำลองสถานการณ์แบบไม่ต่อเนื่อง ในการพัฒนาด้านความยืดหยุ่นของห่วงโซ่อุปทานและ Thron, Nagy, andWassan (2007) ใช้ตัวแบบจำลองสถานการณ์แบบไม่ต่อเนื่องในการประเมินห่วงโซ่อุปทานอุตสาหกรรมการผลิตอาหาร เพื่อปรับเปลี่ยนกระบวนการกระจายสินค้าและการจัดสินค้าคงคลัง เป็นต้นโดยในขั้นตอนการปฏิบัติการจำลองตัวแบบนั้น สามารถใช้โปรแกรมประยุกต์ทางการจำลองสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อสนับสนุนการจำลองสถานการณ์ทางห่วงโซ่อุปทานได้ เช่น การใช้โปรแกรมประยุกต์การจำลองสถานการณ์ SimProcess ในการจำลองตัวแบบห่วงโซ่อุปทาน เพื่อวัดประสิทธิภาพด้านความรวดเร็วในการขนส่งและความน่าเชื่อถือ (Chan, Tang, Lau, and Ip, 2001) และการใช้โปรแกรมประยุกต์Scoptimizer ในการจำลองรูปแบบของความร่วมมือ ระหว่างการรวมอำนาจและการกระจายอำนาจภายในห่วงโซ่อุปทาน เพื่อเปรียบเทียบและประเมินผลด้านต้นทุนการดำเนินงาน (Buxmann, Ahsen, and Diaz, 2008) เป็นต้น

การพยากรณ์ (Forecast) คือ ขั้นตอนการปฏิบัติ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอันแสดงถึงแนวโน้มของเรื่องราวหรือเหตุการณ์ที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต ตามคาบเวลาที่สนใจ แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ การพยากรณ์เชิงคุณภาพ ซึ่งไม่ได้ใช้ตัวเลขในการพยากรณ์เท่าใดนัก และการพยากรณ์เชิงปริมาณ ซึ่งเป็นการใช้ตัวเลขในอดีตมาทำการพยากรณ์สิ่งที่สนใจในอนาคต อาศัยข้อมูลจำนวนมากเพียงพอที่จะใช้วิเคราะห์ทางสถิติ และเหมาะกับการพยากรณ์ระยะสั้น หรือระยะกลางเทคนิคในการการพยากรณ์เชิงปริมาณนั้น มี 2 เทคนิคที่สำคัญ คือ การพยากรณ์ความสัมพันธ์และการพยากรณ์ตามอนุกรมเวลา โดยการพยากรณ์ความสัมพันธ์ เป็นเทคนิคที่ใช้ปัจจัยอันคาดว่าจะมีความสัมพันธ์กับตัวแปรที่จะพยากรณ์ ในส่วนการหาความสัมพันธ์ดังกล่าวจะใช้เทคนิค การวิเคราะห์ความถดถอยและสหสัมพันธ์ (regression & correlation) ส่วนการพยากรณ์ตามอนุกรมเวลา เป็นเทคนิคที่ใช้เฉพาะข้อมูลในอดีตของตัวแปรที่ต้องการพยากรณ์ เพื่อพยากรณ์ค่าของตัวแปรนั้นในอนาคต โดยทั้ง 2 เทคนิคนี้ ต่างใช้หลักการทางสถิตินอกจากนั้น ยังมีเทคนิคที่ใช้ในการพยากรณ์ประเภทอื่น เช่น การใช้ข่ายงานประสาทเทียม และ การคำนวณเชิงวิวัฒนาการ เป็นต้น

งานวิจัยที่ใช้การพยากรณ์บนพื้นฐานของหลักการทางสถิติ โดยใช้ตัวแบบต่างๆ พอที่จะยกตัวอย่างได้ดังนี้ ธิดารัตน์ จันทวี (2539) ใช้วิธีการปรับให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลในการพยากรณ์ความต้องการการใช้ไฟฟ้าเพื่อการวางแผนการผลิตไฟฟ้าระยะสั้นนวลพรรณ มีนาทุ่ง (2542) ใช้วิธีการวิธีบอกซ์-เจนกินส์ในการพยากรณ์มูลค่าการส่งออกอุตสาหกรรมสิ่งทอของไทยมนฤดี เกิดสมบุญ (2542) ใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอย ในการพยากรณ์ผลผลิตและราคาสินค้าเกษตร และรัศมี หนานสายออ (2542) ใช้วิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบคลาสสิก ในการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเพื่อวางแผนการเพาะปลูกพืช เป็นต้น

การพยากรณ์อุปสงค์ทางห่วงโซ่อุปทานนั้น มักจะใช้วิธีการพยากรณ์เชิงปริมาณ ประกอบกับเทคนิคการพยากรณ์ตามอนุกรมเวลา เป็นหลัก เนื่องจากการคาดการณ์อุปสงค์นั้น เปรียบเสมือนการวางแผนระยะสั้น ถึงระยะกลางเท่านั้น โดยตัวแบบที่จะนำมาใช้ในการพยากรณ์นั้น ต้องส่งผลให้เกิดประสิทธิภาพในห่วงโซ่อุปทาน (Helms, Ettkin, and Chapman, 2000) ยิ่งไปกว่านั้น หากมีการร่วมกันพยากรณ์อุปสงค์ภายในองค์กรหรือระหว่างองค์กร จะส่งผลให้ห่วงโซ่อุปทานมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ทางด้าน ความรับผิดชอบต่อกระบวนการทำงาน ความเชื่อมั่นในการผลิต การจัดจำนวนสินค้าคงคลังที่เหมาะสม ตลอดจนเป็นการเพิ่มรายได้ให้กับองค์กร (McCarthy and Golicic, 2001) แต่อย่างไรก็ตาม คุณภาพของการพยากรณ์นั้นขึ้นอยู่กับคุณภาพของข้อมูลที่นำมาใช้ในการคำนวณในขั้นตอนของการพยากรณ์ด้วย ซึ่งหากข้อมูลดังกล่าวมีคุณภาพต่ำ หรือไม่ถูกต้อง จะส่งผลให้การพยากรณ์นั้นไม่น่าเชื่อถือเท่าที่ควร (Forslund and Jonsson, 2007)

ในการพยากรณ์อุปสงค์ทางห่วงโซ่อุปทานนั้น จำเป็นต้องศึกษาแบบแผนของข้อมูลในอดีตให้ชัดเจน เพื่อนำมาใช้ตัดสินใจเลือกตัวแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับรูปแบบของข้อมูลดังกล่าว อีกทั้งยังจำเป็นต้องตรวจสอบ ค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ ด้วยวิธีการต่างๆ เช่น การวัดค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Deviation)ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Mean Squared Error) และค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percentage Error) เป็นต้น

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยได้ถูกจำแนกออกเป็น 3ส่วนอย่างสอดคล้องกัน เพื่อความชัดเจนด้านรูปแบบและวิธีดำเนินการในแต่ละส่วน โดยทั้ง 3ส่วนคือ การพัฒนาระบบเว็บ การวัดระยะเวลาตอบสนอง และการพยากรณ์อุปสงค์โลหิต ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

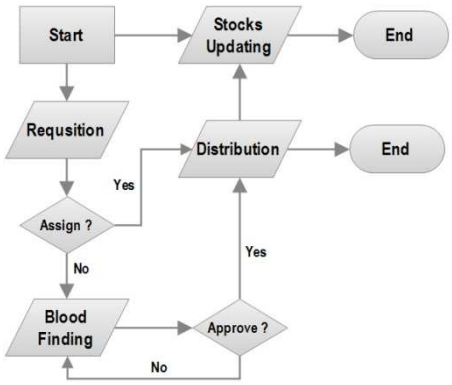
3.1 การพัฒนาระบบเว็บ

การวิเคราะห์และออกแบบระบบต้นแบบนั้นใช้เทคนิคและเทคโนโลยีในการสร้างเว็บแอพพลิเคชั่น การเขียนสคริปต์ของระบบใช้ภาษา PHPในการส่วนการทำงานของระบบเว็บและส่วนติดต่อกับฐานข้อมูล โดยใช้ MySQLในการสร้างตารางฐานข้อมูลเพื่อจัดเก็บข้อมูลและกฎในการทำงานต่างๆ

โรงพยาบาลเครือข่ายสามารถร้องขอโลหิตมายังภาคบริการโลหิตผ่านระบบเว็บทดแทนการใช้อีเมลล์ นอกจากนี้ โรงพยาบาลเครือข่ายจำเป็นต้องอัพเดทข้อมูลของโลหิตภายในธนาคารเลือดของตนเองมายังภาคบริการโลหิตซึ่งเป็นข้อกำหนดของระบบ ข้อมูลดังกล่าวประกอบไปด้วย หมู่โลหิต(ABO Rh) และจำนวน (units) ในแต่ละหมู่โลหิตที่โรงพยาบาลเครือข่ายนั้นๆ อนุญาตให้มีการเบิกจ่ายได้ โดยข้อมูลในการร้องขอและการอัพเดทคลังโลหิตจะถูกจัดเก็บลงฐานข้อมูล ซึ่งทำให้ภาคบริการโลหิตนั้นทราบถึงข้อมูลของหมู่โลหิตและจำนวนซึ่งกระจายอยู่ตามโรงพยาบาลเครือข่าย

ภาคบริการโลหิตแห่งชาติมีหน้าที่ในการจัดการกับการร้องขอโลหิตจากโรงพยาบาลเครือข่าย โดยบุคลากรสามารถเรียกดูการร้องขอโลหิตที่เกิดขึ้นในแต่ละวันผ่านระบบเว็บ และจะทำการตรวจสอบคลังโลหิตทันทีว่าสามารถเบิกจ่ายโลหิตได้ตามรายละเอียดจากการร้องขอหรือไม่ ขั้นตอนที่มีบทบาทสำคัญในการร้องขอและเบิกจ่ายโลหิต คือ การค้นหาโลหิต โดยมีวัตถุประสงค์ในการค้นหาคำตอบซึ่งแสดงตำแหน่งของโรงพยาบาลเครือข่ายที่เหมาะสมในการร้องขอโลหิต กรณีที่ไม่สามารถเบิกจ่ายโลหิตได้ตามปกติบุคลากรสามารถใช้ระบบเว็บในการค้นหาโลหิตภายในธนาคารเลือดของโรงพยาบาลเครือข่ายแต่ละแห่งซึ่งถูกจัดเก็บอยู่ในฐานข้อมูลของระบบทดแทนการสอบถามผ่านทางโทรศัพท์ และเมื่อสามารถทำการเบิกจ่ายโลหิตได้แล้วนั้น ข้อมูลในธนาคารเลือดของโรงพยาบาลในเครือข่ายจะถูกอัพเดทโดยอัตโนมัติเพื่อทำให้ข้อมูลในฐานข้อมูลคลังโลหิตนั้นตรงกับความเป็นจริง ภาพรวมของการดำเนินการอัพเดทคลังโลหิตการร้องขอโลหิต และการเบิกจ่ายโลหิตผ่านระบบเว็บสามารถแสดงได้ ดังรูปที่ 3

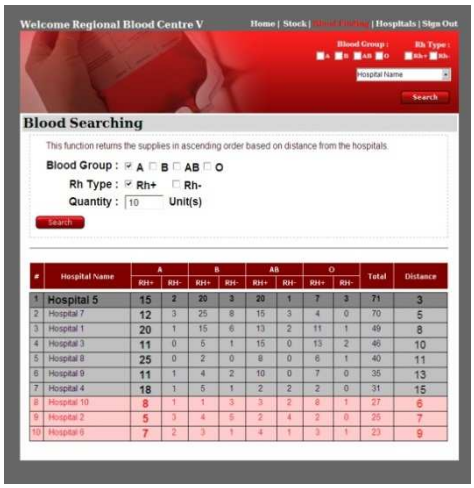
ในการค้นหาโลหิต ของภาคบริการโลหิตแห่งชาติ ผลลัพธ์จะแสดงคำตอบของโรงพยาบาลเครือข่ายที่มีโลหิตพียงพอและไม่เพียงพอต่อการร้องขอประกอบกัน อีกทั้งผลลัพธ์ดังกล่าวยังถูกเรียงลำดับระยะห่างระหว่างโรงพยาบาลเครือข่ายกับภาคบริการโลหิต จากใกล้ที่สุดไปยังไกลที่สุดอีกด้วย ดังรูปที่ 4 ทั้งนี้เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจของบุคลากรในการร้องขอโลหิต และใช้เป็นแบบจำลองปัญหาคอมพิวเตอร์ ในการจำลองสถานการณ์



รูปที่ 3:แสดงกิจกรรมหลักของระบบเว็บ

3.2 การวัดระยะเวลาตอบสนอง

ในการจำลองสถานการณ์นั้นใช้ผลที่ได้จากการพัฒนาระบบเว็บ ในส่วนของการค้นหาโลหิตในแต่ละครั้งเป็นแบบจำลองปัญหาในการจำลองสถานการณ์ โดยมีตัวแปรที่ควบคุมได้ คือ หมู่โลหิตและจำนวนและตัวแปรที่ควบคุมไม่ได้ คือ จำนวนโรงพยาบาล และระยะเวลาตอบสนองในการค้นหาในแต่ละรอบ



#	Hospital Name	A		B		AB		O		Total	Distance
		Rh+	Rh-	Rh+	Rh-	Rh+	Rh-	Rh+	Rh-		
1	Hospital 5	15	2	20	3	20	1	7	3	71	3
2	Hospital 7	12	3	25	8	15	3	4	0	70	5
3	Hospital 1	20	1	15	6	13	2	11	1	49	8
4	Hospital 3	11	0	5	1	15	0	13	2	46	10
5	Hospital 8	25	0	2	0	8	0	6	1	40	11
6	Hospital 9	11	1	4	2	10	0	7	0	35	13
7	Hospital 4	18	1	5	1	2	2	2	0	31	15
8	Hospital 10	8	1	1	3	3	2	8	1	27	6
9	Hospital 2	5	3	4	5	2	4	2	0	25	7
10	Hospital 6	7	2	3	1	4	1	3	1	23	9

รูปที่ 4:แสดงหน้าจอผลลัพธ์ที่ได้จากการค้นหาโลหิต

การวิเคราะห์ข้อมูลระยะเวลาการตอบสนองในการค้นหาโลหิตนั้น ใช้ระยะเวลาในการค้นหาโลหิต N รอบและนำมาหาค่าเฉลี่ยรวม จะได้เป็นผลลัพธ์ด้านระยะเวลาการตอบสนองเฉลี่ยโดยรวมของระบบในส่วนของการค้นหาโลหิต ซึ่งมีผลลัพธ์เบื้องต้นตามตารางที่ 1

กำหนดค่าตัวแปรและพารามิเตอร์ คือ ต้องการค้นหาโลหิต หมู่ A+ จำนวน 10 ถุงโดยที่ โรงพยาบาลในระบบมีจำนวน 10 โรงพยาบาลและทำการจำลองแบบปัญหาจำนวน 10 รอบ

ตารางที่ 1:แสดงระยะเวลาตอบสนองในเฉลี่ยรวมที่ไดhจากการจำลองสถานการณ์

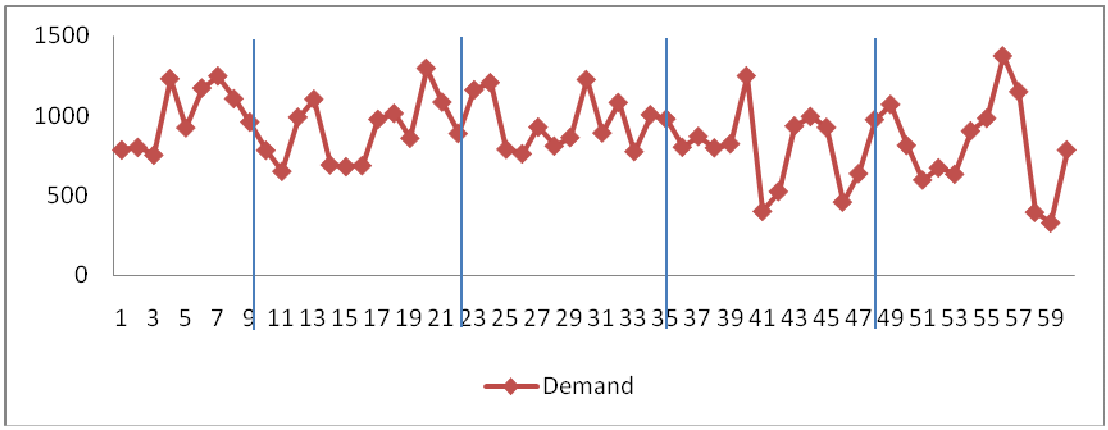
จำนวนรอบ	**ตัวแปรและพารามิเตอร์(X_i ,Y_i)**	**ระยะเวลาตอบสนอง (วินาที) (E_n)**
1	A+ = 10	0.02679
2	A+ = 10	0.02129
3	A+ = 10	0.03659

4	A+ = 10	0.02406
5	A+ = 10	0.04025
6	A+ = 10	0.03318
7	A+ = 10	0.02470
8	A+ = 10	0.01965
9	A+ = 10	0.02784
10	A+ = 10	0.03276
ค่าเฉลี่ย n รอบ		**0.02871**

3.3 การพยากรณ์อุปสงค์โลหิต

ขั้นตอนแรกของการพยากรณ์ในงานวิจัยนี้ คือ ระบุวัตถุประสงค์ในการนำผลการพยากรณ์ไปใช้ และคาบเวลาที่การพยากรณ์จะครอบคลุมถึงเพื่อที่จะเลือกใช้การพยากรณ์ได้ถูกต้องเหมาะสม โดยสามารถระบุวัตถุประสงค์ได้ว่า เพื่อศึกษาตัวแบบที่มีความเหมาะสมกับอุปสงค์ของข้อมูลรายงานการเบิกจ่ายโลหิตและส่วนประกอบของภาคบริการโลหิตแห่งชาติที่ 5 ในพ.ศ. 2547 ถึงพ.ศ. 2551 เป็นจำนวน 5 ปี และคาบเวลาที่จะพยากรณ์คือ 1 เดือนถัดไป เนื่องจากข้อจำกัดของระยะเวลาในการหมดอายุของโลหิตนั้น อยู่ที่ประมาณ 27 ถึง 35 วัน เท่านั้น ซึ่งถ้าหากพยากรณ์แบบหลายเดือนล่วงหน้านั้น อาจจะไม่เหมาะสมในการนำไปประยุกต์ใช้กับบริบทจริงนั่นเอง

จากนั้นทำการเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่จะใช้ในการทดสอบข้อมูลดังกล่าว โดยคำนึงถึงรูปแบบของข้อมูลหรือพฤติกรรมของอุปสงค์ในระยะยาว โดยพฤติกรรมอุปสงค์เป็นลักษณะรูปแบบสุ่ม ซึ่งในส่วนของพฤติกรรมของอุปสงค์ของข้อมูลการเบิกจ่ายโลหิตใน พ.ศ. 2547 –2551 นั้นสามารถระบุแนวโน้มหรือพฤติกรรมของอุปสงค์ได้นอกเหนือจากแบบสุ่ม คือ แบบวัฏจักรและแบบฤดูกาล ซึ่งอธิบายได้ว่า พฤติกรรมอุปสงค์ของวัฏจักรในข้อมูลนี้มีลักษณะเพิ่มขึ้นและลดลงอันเป็นผลกระทบจากปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ นั่นคือ อุบัติเหตุ ความพึงพอใจในการบริจาคโลหิต ความต้องการใช้โลหิตของผู้ป่วย เป็นต้น ในส่วนของพฤติกรรมอุปสงค์ของฤดูกาล สามารถอธิบายได้ว่า ในช่วงเดือนธันวาคมอันคาบเกี่ยวกับเดือนมกราคม และเดือนเมษายน จะมีอุปสงค์ที่แปรผันในลักษณะที่เพิ่มขึ้น เนื่องจาก มีปัจจัยในการใช้โลหิตในการรักษาผู้ป่วยจากอุบัติเหตุในช่วงเทศกาลปีใหม่และสงกรานต์ และในช่วงเดือนสิงหาคมและธันวาคมนั้น จะมีการรณรงค์ในการบริจาคโลหิต เนื่องในโอกาสวันแม่แห่งชาติในเดือนสิงหาคม และวันพ่อแห่งชาติในเดือนธันวาคม



รูปที่ 5:แสดงกราฟพฤติกรรมของอุปสงค์ของข้อมูลการเบิกจ่ายโลหิตใน พ.ศ. 2547 –2551

จากนั้นกำหนดรูปแบบการพยากรณ์ โดยใช้รูปแบบการพยากรณ์แบบอนุกรมเวลา เพราะต้องการพยากรณ์อุปสงค์โลหิตล่วงหน้าเพียง 1 เดือนเท่านั้น และเลือกวิธีการวัดค่าความคลาดเคลื่อนของเทคนิคการพยากรณ์ โดยเลือกวิธี Mean Absolute Percentage Error (MAPE) ซึ่งค่าที่ได้จะอยู่ในรูปแบบของร้อยละสัมบูรณ์ ทำให้ง่ายต่อการอ่านค่าและเปรียบเทียบกับเทคนิคอื่นได้

ในงานวิจัยนี้ให้ความสำคัญกับปัจจัยแบบวัฏจักร อันเป็นปัจจัยของพฤติกรรมของอุปสงค์ที่มีค่าแปรผันเพิ่มขึ้นและลดลงอันเนื่องมาจากปัจจัยภายนอกที่ควบคุมไม่ได้ โดยวิธีที่เลือกใช้ในการคำนวณข้อมูลในอดีตของภาคบริการโลหิตแห่งชาติที่ 5 เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบในการเลือกตัวแบบที่เหมาะสม คือ วิธี Exponential Smoothing และ Double Exponential Smoothing เนื่องจาก ใช้ข้อมูลในการเริ่มต้นคำนวณเพียงค่าเดียว ได้ค่าพยากรณ์เร็วกว่าและประหยัดค่าใช้จ่ายในการหาข้อมูลดีกว่าค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่และในส่วนของการคำนวณในทุกเทคนิคพยากรณ์ที่เลือกมาใช้ในงานวิจัยนี้นั้น ใช้ค่าถ่วงน้ำหนัก αตั้งแต่ 0.1 ถึง 0.5 เพื่อให้ได้มาซึ่งค่าความคลาดเคลื่อน MAPE ของการพยากรณ์แต่ละเทคนิค จำนวนหลากหลายค่า เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบเทคนิคพยากรณ์อื่น ๆ ได้อย่างเหมาะสม

4. ผลการวิจัย

เพื่อความชัดเจนของการอภิปรายผลการวิจัย จึงได้แบ่งการอภิปรายผลการวิจัยออกเป็น 2 ส่วน เพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ คือการวัดระยะเวลาตอบสนองด้วยการจำลองสถานการณ์และการพยากรณ์อุปสงค์ภายในห่วงโซ่อุปทานโลหิต

4.1 การวัดระยะเวลาตอบสนองด้วยการจำลองสถานการณ์

การวัดระยะเวลาการตอบสนองด้วยการจำลองสถานการณ์นั้น อาศัยระบบเว็บในการค้นหาโลหิตเป็นแบบจำลองปัญหาในการจำลองสถานการณ์ เพื่อให้ได้มาซึ่งระยะเวลาการตอบสนองเป็นวินาทีในแต่ละรอบและทำการจำลองสถานการณ์ไปเรื่อยๆ จนกว่าจะได้ผลลัพธ์เป็นที่น่าพอใจและเหมาะสมในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งข้อมูลที่ได้รับการวิเคราะห์นั้น คือ ค่าเฉลี่ยโดยรวมของระยะเวลาการตอบสนองนั่นเอง

ตารางที่ 2:แสดงข้อมูลระยะเวลาการตอบสนองจากการจำลองสถานการณ์รอบที่ 11 ถึง 20

จำนวนรอบ	ตัวแปรและพารามิเตอร์(X_i ,Y_i)	ระยะเวลาการตอบสนอง (E_n)
11	A+ = 10	0.02206
12	A+ = 10	0.01739
13	A+ = 10	0.03686
14	A+ = 10	0.02478
15	A+ = 10	0.03632
16	A+ = 10	0.02637
17	A+ = 10	0.02310
18	A+ = 10	0.01605
19	A+ = 10	0.02274
20	A+ = 10	0.02675
ค่าเฉลี่ย 20 รอบ		0.026976

จากข้อมูลระยะเวลาการตอบสนองในแต่ละรอบการจำลองสถานการณ์ สามารถนำมาหาค่าเฉลี่ยโดยรวม หรือ N รอบของการจำลองสถานการณ์ได้ ดังนี้

E_{20} = (0.02679 + 0.02129 + 0.03659 + 0.02406 + 0.04025 + 0.03318 + 0.02470 + 0.01965 + 0.02784 + 0.03276+ 0.02206 + 0.01739 + 0.03686 + 0.02478 + 0.03632 + 0.02637 + 0.02310 + 0.01605 + 0.02274 + 0.02675) / 20

= 0.53953 / 20

= 0.026976 วินาที

และเมื่อพิจารณาจากสมการการจำลองสถานการณ์

$$E = f (X_i, Y_i) \quad (1)$$

โดยที่

E = ผลของการปฏิบัติการของระบบ

X_i = ตัวแปรและพารามิเตอรที่สามารถควบคุมได้

Y_i = ตัวแปรและพารามิเตอร์ที่ไม่สามารถควบคุมได้

f = ความสัมพันธ์ระหว่าง X_iและ Y_iที่ทำให้เกิด E

สามารถประยุกต์ค่าเฉลี่ยรวมของการจำลองสถานการณ์ด้วยแบบจำลองปัญหาในการค้นหาโลหิตได้จากสมการระยะเวลาการตอบสนอง 1 รอบ โดยแทนค่าในตัวแปรได้ ดังนี้

E = ระยะเวลาการตอบสนองในการค้นหาโลหิต

X_i = หมู่โลหิต

Y_i = จำนวนโลหิต

ดังนั้น สมการในการคำนวณระยะเวลาตอบสนองเฉลี่ยรวม เท่ากับ

$$E_n = \frac{\sum_{i=1}^{n}(E_i + E_{i+1} + E_{i+2} + E_{i+3} + ... + E_n)}{n} \quad (2)$$

โดยที่

E_n=ระยะเวลาตอบสนองเฉลี่ยรวมในการค้นหา

E_i = ระยะเวลาตอบสนองในแต่ละรอบ

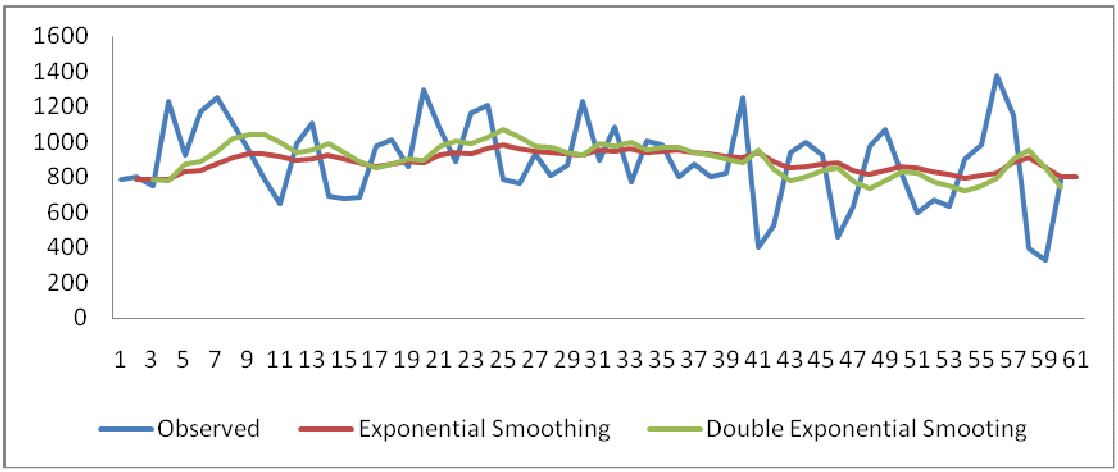
N = จำนวนรอบทั้งหมดในการจำลองสถานการณ์

4.2 <u>การพยากรณ์อุปสงค์ภายในห่วงโซ่อุปทานโลหิต</u>

การพยากรณ์อุปสงค์ภายในห่วงโซ่อุปทานโลหิตใช้ตัวแบบพยากรณ์ที่ถูกใช้ในการวิเคราะห์คำนวณข้อมูล และการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนในการค้นหาตัวแบบที่เหมาะสม ประกอบไปด้วย 2 ตัวแบบ คือ

1.Exponential Smoothing

2.Double Exponential Smoothing



รูปที่ 6:แสดงกราฟเปรียบเทียบค่าจริงและค่าพยากรณ์ระหว่างวิธี Exponential Smoothing และ Double ExponentialSmoothing โดย α = 0.1 และ β= 0.1

จากกราฟ จะเห็นได้ว่าค่าจริงของข้อมูลและค่าที่ได้จากการพยากรณ์ด้วยวิธี Exponential Smoothing และ Double Exponential Smoothing มีรูปแบบเส้นกราฟในลักษณะที่แตกต่างกันในแต่ละคาบเวลา โดยที่เส้นค่าจริงของข้อมูลจะมีลักษณะปัจจัยแบบวัฏจักรอย่างชัดเจน และเส้นค่าพยากรณ์ของทั้ง 2 วิธีนั้นมีรูปแบบที่ถูกปรับทำให้เรียบลง แต่ยังคงมีความแปรผันมากขึ้นและลดลงในแต่ละคาบเวลา ซึ่งเส้นกราฟค่าพยากรณ์ด้วยวิธี Exponential Smoothing จะมีลักษณะราบเรียบกว่าซึ่งเส้นกราฟค่าพยากรณ์ด้วยวิธี Double Exponential Smoothing ที่ค่าถ่วงน้ำหนัก α เท่ากับ 0.1 และ β= 0.1

ทั้งนี้ เส้นค่าพยากรณ์นั้นมีรูปแบบที่เรียบลง แต่ยังคงมีความแปรผันมากขึ้นและลดลงในแต่ละคาบเวลา เนื่องมาจากในการคำนวณด้วยวิธีการ ทั้ง 2 วิธีนั้นมีการให้ความสำคัญกับค่าน้ำหนักข้อมูลที่เป็นปัจจุบันมากกว่า เพราะมีสิทธ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้มากกว่า ตลอดจน การที่ให้ค่าถ่วงน้ำหนักในระดับต่ำจะเป็นการถ่วงให้ข้อมูลที่อยู่ห่างจากช่วงพยากรณ์มีน้ำหนักมากกว่า ค่าถ่วงน้ำหนักที่มีค่าสูงดังนั้น ค่าถ่วงน้ำหนักที่มีค่าต่ำใกล้เคียงศูนย์ จะทำให้เส้นกราฟของค่าพยากรณ์ราบเรียบเป็นเส้นตรงนั่นเอง ดังนั้นเส้นกราฟค่าพยากรณ์ของข้อมูลด้วยวิธี Exponential Smoothing ที่ใช้ค่าถ่วงน้ำหนัก = 0.1 ในการคำนวณจึงมีความราบเรียบมากกว่า เส้นกราฟค่าพยากรณ์ของข้อมูลด้วยวิธี Double Exponential Smoothing

<u>การเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของวิธีการพยากรณ์</u>

ตารางที่ 3:แสดงค่าความคลาดเคลื่อน MAPE ของวิธี Exponential Smoothing และ Double Exponential Smoothing

วิธีการพยากรณ์	ค่าถ่วงน้ำหนัก (α)				
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
Exponential Smoothing	26.1492	26.7154	27.0489	27.3322	27.5097
Double Exponential Smoothing	27.4961	28.4952	29.7395	30.8253	31.9274

จากตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่าค่าความคลาดเคลื่อน MAPE มีค่าที่แตกต่างกันระหว่างวิธีพยากรณ์ทั้ง 2 วิธี โดยสำหรับวิธี Exponential Smoothing นั้นมีค่าถ่วงน้ำหนัก 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 และ 0.5 มีค่า MAPE เท่ากับ 26.1492, 26.7154, 27.0489, 27.3322 และ 27.5097ตามลำดับ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกันแล้วนั้น ค่า MAPE ที่ต่ำที่สุดคือ 26.1492 ที่ค่าถ่วงน้ำหนัก α = 0.1 และสำหรับวิธี Double Exponential Smoothing นั้นมีค่าถ่วงน้ำหนัก 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 และ 0.5 มีค่า MAPE เท่ากับ 27.4691, 28.4952, 29.7395, 30.8253 และ 31.9274 ตามลำดับ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกันแล้วนั้น ค่า MAPE ที่ต่ำที่สุดคือ 27.4691 ที่ค่าถ่วงน้ำหนัก α = 0.1 และ β= 0.1

ทั้งนี้เมื่อพิจารณาตามค่าถ่วงน้ำหนักในแต่ละค่าของทุกวิธีพยากรณ์แล้วนั้น ปรากฏว่า ค่า MAPE ของวิธี Exponential Smoothing มีค่าต่ำกว่าวิธี Double Exponential Smoothing ในทุกๆ ค่าถ่วงน้ำหนักตั้ง 0.1 ถึง 0.5 และเมื่อพิจารณาถึงค่า MAPE ในแต่ละค่าถ่วงน้ำหนักของเฉพาะวิธี Exponential Smoothing พบว่าค่า MAPE ที่ต่ำที่สุด เท่ากับ 26.1492 ที่ค่าถ่วงน้ำหนักα = 0.1ดังนั้นจากการวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนของการพยากรณ์ดังกล่าว จึงพอที่จะสรุปได้ว่า วิธีการ Exponential Smoothing โดยใช้ค่าถ่วงน้ำหนัก α = 0.1 ซึ่งให้ค่า MAPE เท่ากับ 26.1492เป็นวิธีการที่เหมาะสมที่สุดจากทั้ง 2 วิธี ในการใช้พยากรณ์อุปสงค์ของโลหิตภายในภาคบริการโลหิตแห่งชาติที่ 5 จังหวัดนครราชสีมา

5. บทสรุป

งานวิจัย การพัฒนาระบบเว็บเพื่อวัดระยะเวลาตอบสนองและพยากรณ์อุปสงค์ภายในห่วงโซ่อุปทานโลหิต มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1)เพื่อพัฒนาระบบการร้องขอและเบิกจ่ายโลหิต ตามบริบทของตัวแบบห่วงโซ่อุปทานโลหิตที่เหมาะสม และวัดระยะเวลาตอบสนองในการค้นหาโลหิต ด้วยวิธีการจำลองสถานการณ์ และ (2) เพื่อค้นหาตัวแบบการพยากรณ์อุปสงค์ที่เหมาะสม โดยการศึกษาตัวแบบการพยากรณ์อุปสงค์ที่สอดคล้องและประเมินความเหมาะสมด้วยการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนของตัวแบบ โดยที่ผลการวิจัยนั้นสนับสนุนให้บุคลกรภายในภาคบริการโลหิตสามารถใช้ระบบเว็บดังกล่าวในการเบิกจ่ายโลหิตทดแทนการใช้โทรศัพท์ได้ ส่งผลให้การร้องขอและเบิกจ่ายโลหิตประจำวันทั้งในกรณีปกติและฉุกเฉินมีความรวดเร็วและถูกต้องมากยิ่งขึ้น ยิ่งไปกว่านั้น บุคลากรยังสามารถใช้สารสนเทศจากการพยากรณ์อุปสงค์โลหิตในเดือนถัดไปเพื่อประกอบการตัดสินใจในการจัดหาโลหิตให้ได้ในจำนวนที่เหมาะสมมากยิ่งขึ้น อันจะส่งผลดีต่อประสิทธิภาพในการเบิกจ่ายโลหิตและส่วนประกอบให้กับผู้ป่วยที่ต้องการภายในโรงพยาบาลเครือข่ายและพื้นที่ที่รับผิดชอบ

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ทุนวิจัยมหาบัณฑิต สกว. ด้านโลจิสติกส์และโซ่อุปทานประจำปี 2552 โดยความเห็นในรายงานผลการวิจัยเป็นของผู้รับทุน สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป

7. บรรณานุกรม

[1] คมสันต์ พิทยาภรณ์. (2548). **ระบบสารสนเทศโรงพยาบาลในส่วนธนาคารเลือดและการรับบริจาคโลหิต.**วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

[2] ธิดารัตน์ จันทวี. (2539). **การพยากรณ์ความต้องการใช้ไฟฟ้าเพื่อการวางแผนการผลิตไฟฟ้าระยะสั้น.**วิทยานิพนธ์ปริญญาสถิติศาสตรมหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[3] นวลพรรณ มีนาทุ่ง. (2542). **การพยากรณ์มูลค่าการส่งออกอุตสาหกรรมสิ่งทอของไทย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาสถิติศาสตรมหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[4] มนฤดี เกิดสมบุญ.(2542). **การพยากรณ์ผลผลิตและราคาสินค้าเกษตร**. วิทยานิพนธ์ปริญญาสถิติศาสตรมหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[5] รัศมี หนานสายออ. (2542). **การพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือเพื่อวางแผนการเพาะปลูกพืช**. วิทยานิพนธ์ปริญญาสถิติศาสตรมหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[6] สิรีลักขณ์ รัตนผ่องใส. (2545). **แบบจำลองธนาคารเลือดบนอินเตอร์เน็ต**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยมหิดล.

[7] Blaya, J.A., Shin, S.S., Yagui, M.J., Yale, G., Suarez, C.Z., Asencios, L.L., Cegielski, J.P., and Fraser, H.S. (2007). A web-based laboratory information system to improve quality of care of tuberculosis patients in Peru: functional requirements, implementation and usage statistics. **BMC Medical Informatics and Decision Making**. 7 (1) : 33

[8] Buxmann, P., Ahsen, A. V., and Diaz, L .M. (2008). Economic evaluation of cooperation scenarios in supply. **Journal of Enterprise Information Management.** 21 (3): 247-262.

[9] Chan, F. T. S., Tang, N. K. H., Lau, H. C. W., and Ip, R. W. L. (2001). A simulation approach in supply chain management. **Integrated Manufacturing Systems.**13 (2): 117-122.

[10] Cohen, M. A., and Pierskalla, W.P. (n.d.). Simulation of blood bank systems. **Simuletter.** (pp 14-18).

[11] Forslund, H., and Jonsson, P. (2007). The impact of forecast information quality on supply chain performance. **International Journal of Operations & Production Management.** 27 (1): 90-107.

[12] Fraser, H.S.F., Jazayeri, D., Nevil, P., Karacaoglu, Y., Farmer, P.E. , Lyon, E., Fawzi, M.K.C.S. , Leandre, F., Choi, S.S., and Mukherjee, S.S. (2004). An information system and medical record to support HIV treatment in rural Haiti. **BMJ(British Medical Journal).** 329 : 1142-1146.

[13] Gupta, O., Priyadarshini, K., Massoud, S., and Agrawal, S. K. (2004). Enterprise resource planning: a case of blood bank. **Industrial Management & Data Systems.** 104 (7): 589-603.

[14] Helms, M. M., Ettkin, L. P., and Chapman, S. (2000). Supply chain forecasting collaborative forecasting supports supply chain management. **Business Process Management Journal.** 6 (5): 392-407.

[15] McCarthy, T. M., and Golicic, S. L. (2001). Implementing collaborative forecasting to improve supply chain performance. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management.** 32 (6): 431-454.

[16] Mohamed, S. (2003). Web-based technology in support of construction supply chain networks. **Work Study**. 52 (1) 2003 : 13-19.

[17] Mustafee, N., Taylor, S. J. E., Katsaliaki , K., and Brailsford, S. (2006). Distributed simulation with Costs simulation packages: a case study in health care supply chain simulation. In L. F. Perrone, F. P. Wieland, J. Liu, B. G. Lawson, D. M. Nicol, and R.M. Fujimoto (eds.).In **Proceedings of the 2006 Winter Simulation Conference.** (pp 1136-1142).

[18] Peterson, E. L. (1969). Technology involved in whole blood inventory control. **Proceedings of the IEEE.** .57 (11): 2036-2038.

[19] Rytila, J. S., and Spens, K. M. (2006). Using simulation to increase efficiency in blood supply chains. **Management Research News.** 29 (12): 801-819.

[20] Singh, R., Bhagava, P., and Kain, S. (2007, October-December). Smart Phones to the rescue The virtual blood bank project. **Pervasive Computing.** 86-89.

[21] Smaros, J., Lehtonen, J-M., Appelqvist, P., andHolmstrom, J. (2003). The impact of increasing demand visibility on production and inventory control efficiency. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management.** 33 (4): 336-354.

[22] Thomas, S. , Osuntogun, A., Pitman, J., Mulenga, B., and Vempala, S. (2009). Design and Deployment of a Blood Safety Monitoring Tool. **In Proceedings of the 3rd International Conference on Information and Communication Technologies and Development(ICTD)**. Doha, Qatar.

[23] Thron, T., Nagy, G., andWassan, N. (2007). Evaluating alternative supply chain structures for perishable products. **The International Journal of Logistics Management.** 18 (3): 364-384.

[24] Verma, A. K. (2006). Improving agility of supply chains using base stock model and computer based simulations. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management.** 36 (6): 445-454.