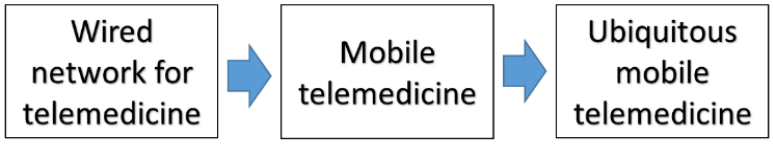
บทที่ 2
ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัญหาหลักของระบบการดูแลสุขภาพที่หลายหลายประเทศกำลังประสบอยู่ คือปัญหาของความเหลื่อมล้ำของการเข้าถึงระบบทางการแพทย์ ปัญหาของการได้รับการบริการที่เท่าเทียมกัน ปัญหาเรื่องของคุณภาพการเข้าถึงการบริการ และความคุ้มค่าต่อค่าใช้จ่าย อย่างไรก็ตาม การพลิกโฉมของระบบการสื่อสารระหว่างบุคคลได้เข้ามามีบทบาทและแสดงให้เห็นว่าถูกนำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาสุขภาพที่มีความหลากหลายในระดับนานาชาติ และกำลังทวีความรุนแรงมากขึ้น ให้มีศักยภาพที่ดี อาทิ ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร หรือ ไอซีที (Information and communication technology: ICT) ที่ทันสมัย เช่น คอมพิวเตอร์ เครือข่าย โทรศัพท์มือถือ หรือ แม้แต่ระบบ Telemedicine ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ของไอซีที ที่ได้รับการส่งเสริม เพิ่มประสิทธิภาพ และพัฒนาปรับปรุงเทคโนโลยีใหม่ ๆ ให้นำมาใช้กับการบริการ การเรียนการสอนทางด้านการแพทย์ อย่างต่อเนื่อง โดยองค์การอนามัยโลก (World Health Organization, WHO) ได้ระบุว่า Telemedicine หมายความถึงการจัดการและจัดส่งการดูแลสุขภาพในระยะทางไกล โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ สำหรับการแลกเปลี่ยนข้อมูล เพื่อการวินิจฉัย การรักษา และการป้องกันโรคและการบาดเจ็บ รวมทั้งการวิจัยทางวิทยาศาสตร์และการศึกษาต่อเนื่อง ของผู้ให้บริการด้านการดูแลสุขภาพ ตัวอย่างเช่น การให้คำปรึกษาผู้ป่วยผ่านการประชุมทางไกล การจัดส่งและการจัดเก็บภาพทางการแพทย์ การบริการสุขภาพอิเลคทรอนิกส์ การตรวจสอบสัญญาณชีพระยะไกล การศึกษาต่อเนื่อง และศูนย์บริการพยาบาล

การพัฒนาระบบ Telemedicine จากอดีตสู่ปัจจุบัน รวมถึงอนาคต อาจแสดงได้ดังรูปที่ 2.1 โดยเทคโนโลยีที่ถูกนำมาใช้ในยุคแรกเป็นเทคโนโลยีการสื่อสารแบบใช้สาย (wired network for telemedicine) ซึ่งอุปกรณ์สื่อสารต่าง ๆ จะส่งสัญญาณผ่านสายสัญญาณ เช่นการใช้ระบบเครือข่ายท้องถิ่น (หรือ LAN) ในการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์สำหรับ video conference และ web conference และในยุคปัจจุบัน ซึ่งถือเป็นยุคของ mobile telemedicine ซึ่งส่งผลมาจากความก้าวหน้าและความนิยมของเทคโนโลยีโทรศัพท์มือถือ และอุปกรณ์ไร้สาย ได้ถูกนำมาใช้ในการส่งเสริมและเพิ่มการเข้าถึงการดูแลสุขภาพ ผ่าน telemedicine โดยไม่มีข้อจำกัดด้านเวลาและสถานที่ และในอนาคตคือยุค ubiquitous mobile telemedicine ซึ่งจะทำให้เกิดสภาพแวดล้อมของการแพทย์ทางไกลในรูปแบบใหม่



รูปที่ 2.1 แสดงการพัฒนาด้านเทคโนโลยีของระบบ telemedicine

และมีแนวโน้มของการนำระบบสารสนเทศที่เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของการดำรงชีวิต กล่าวคือจะทำให้การแพทย์เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งในการดำรงชีวิตประจำวันของผู้ป่วย

2.1.1 การแพทย์ทางไกลโดยใช้อุปกรณ์เคลื่อนที่และเครือข่ายไร้สาย (mobile telemedicine)

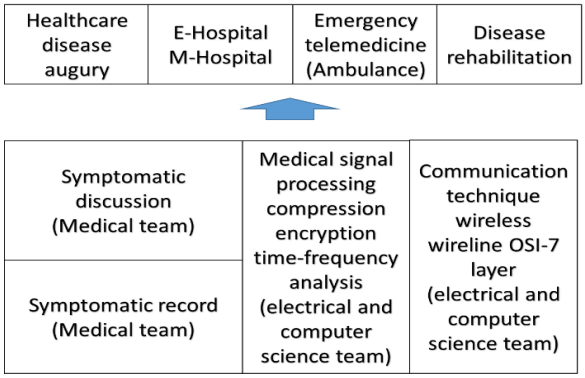
Mobile telemedicine เป็นหนึ่งในเทคโนโลยีที่ทันสมัยของยุคปัจจุบัน ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องสนับสนุนช่วยเสริมการบริการทางการแพทย์ และถือเป็นระบบที่สามารถใช้งานได้โดยไม่มีข้อจำกัดด้านสถานที่ ถูกนำมาใช้ในสถานการณ์ฉุกเฉิน การดูแลสุขภาพส่วนบุคคล การแจ้งเตือนให้กับแพทย์เกี่ยวกับโรคของผู้ป่วยอย่างรวดเร็ว และการฟื้นฟูสมรรถภาพของผู้ป่วย [1]-[6] ระบบ mobile telemedicine อาศัยการสื่อสารแบบไร้สายเพื่อรับส่งสื่อมัลติมีเดีย ซึ่งวิธีการดังกล่าวเป็นที่นิยมใช้อย่างแพร่หลาย มีความสะดวก ให้อัตราการส่งข้อมูลที่สูง มีความเชื่อถือได้ และสื่อสารคลอบคลุมพื้นที่กว้าง ตัวอย่างการใช้งานของเทคโนโลยีนี้ เช่นในกรณีการเกิดอุบัติเหตุและมีรถพยาบาล (ambulance) ซึ่งมีผู้ช่วยแพทย์เพียงผู้เดียว แต่ในรถพยาบาลมีเครื่องมือทางการแพทย์ที่ติดตั้งระบบการสื่อสารด้วย GSM, GPRS, 3G/4G, WiMAX หรือมีการติดตั้งระบบการสื่อสารเคลื่อนที่ผ่านดาวเทียม ที่สามารถส่งข้อมูลวิดีโอ ภาพ สัญญาณแสดงการทำงานของหัวใจ (Electrocardiography : ECG) ของผู้ที่ประสบอุบัติเหตุไปยังโรงพยาบาลศูนย์ โรงพยาบาลกลาง หรือคลินิกฉุกเฉิน ซึ่งจะทำให้แพทย์สามารถรับทราบสภาพอาการของผู้ประสบอุบัติเหตุได้ล้วงหน้า และสามารถจัดเตรียมการรักษาได้ทันท่วงที ซึ่งสามารถลดเวลาที่ต้องใช้ในการรักษาเยียวยาผู้ประสบอุบัติเหตุ

การวิจัยด้านการจัดการสุขภาพส่วนบุคคล โดยใช้เทคโนโลยี mobile telemedicine เป็นสิ่งที่ได้รับความสนใจและเป็นที่นิยม การจัดการสุขภาพดังกล่าวสามารถกระทำได้โดยใช้เครื่องมือวัดทางการแพทย์ที่สามารถตรวจวัดสภาพทางสรีรวิทยาของผู้ป่วยในทุก ๆ วัน ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะถูกส่งด้วยระบบสื่อสารไร้สายเช่น body area network หรือ wireless sensor network ที่เชื่อมต่อกับโทรศัพท์มือถือ และจัดส่งไปยังโรงพยาบาล ซึ่งจะจัดเก็บในรูปแบบฐานข้อมูล และจะทำให้แพทย์ประจำของผู้ป่วยสามารถเข้าถึงและมีข้อมูลเพื่อประกอบการวินิจฉัยและให้คำแนะนำที่เหมาะสม รวมทั้งสามารถตรวจอาการของโรคต่าง ๆ ตลอดจนแพทย์ยังสามารถแจ้งเตือนผู้ป่วย ในกรณีที่มีอาการที่แสดงให้เห็นว่ามีความเสี่ยงของการเกิดโรคในระยะเริ่มแรก รวมถึงการดูแลผู้ป่วยในระยะพักฟื้น ซึ่งผู้ป่วยอาจกลับไป

พักฟื้นที่บ้าน แพทย์สามารถติดตามอาการระหว่างการพักฟื้นของผู้ป่วยโดยอาศัยเครื่องมือวัดทางการแพทย์ที่สามารถติดตั้งที่บ้าน ส่งข้อมูลผ่านระบบ Mobile Telemedicine มายังแพทย์ ซึ่งจะทำให้แพทย์สามารถติดตามสภาพสรีรวิทยาได้อย่างต่อเนื่อง และหากมีกรณีฉุกเฉินจำเป็น ผู้ป่วยสามารถติดต่อแพทย์ผ่านทาง teleconference หรือ web conference ซึ่งในวิธีการดังกล่าว ผู้ป่วยไม่จำเป็นต้องเดินทางไปพบแพทย์ที่โรงพยาบาลระหว่างกระบวนการรักษาในระยะพื้นฟูสมรรถภาพ

Chin-Feng Lin [7] ได้เสนอระบบการทำงานของ mobile telemedicine โดยมีหลักการทำงานดังรูปที่ 2.2 ซึ่งเป็นระบบที่ใช้เทคโนโลยีทางการแพทย์ทางไกลแบบไร้สาย และระบบให้บริการทางการแพทย์ต่าง ๆ ที่มีส่วนการทำงานจากบุคลากรใน 3 กลุ่มคือ วิศวกรชีวการแพทย์ วิศวกรไฟฟ้า และวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ โดยในระบบนี้ สัญญาณทางการแพทย์จะถูกทำการประมวลผลตามขั้นตอนด้านวิศวกรรมและวิทยาศาสตร์ เช่น ขั้นตอนการบีบอัดข้อมูล เพื่อลดขนาดของข้อมูลภาพและวิดีโอ การเข้ารหัสสัญญาณ เพื่อการป้องกันความเป็นส่วนตัวของผู้ป่วย [6, 8, 9] การประมวลผลสัญญาณเพื่อการวิเคราะห์คอนเทนต์ (Content) สัญญาณของผู้ป่วย โดยสัญญาณในรูปที่ 2.2 จะประกอบไปด้วยสัญญาณทางการแพทย์ที่มีหลากหลายรูปแบบเช่น ข้อความ กราฟิก เสียง ภาพ และวิดีโอ เช่น ภาพ X-ray สัญญาณ ECG EEG ภาพสแกนของ ultrasonic ซึ่งสัญญาณต่าง ๆ เหล่านี้จะถูกวัดและบันทึกจากเซนเซอร์และถูกจัดส่งผ่านช่องทางการสื่อสารของเครือข่ายไร้สาย

โดยทั่วไปในส่วนการสื่อสารไร้สายเพื่อการรับส่งข้อมูลมัลติมีเดียจะคำนึงถึง คุณภาพของการบริการ (quality of service) อันได้แก่ ระยะทางการส่ง อัตราการส่งข้อมูล และอัตราการผิดพลาดบิต (bit error rate, BER) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูลมัลติมีเดียและเทคโนโลยีที่ใช้ ตารางที่ 2.1 แสดงระยะการส่งและอัตราการส่งข้อมูล โดยเปรียบเทียบกันระหว่างวิธีการส่งข้อมูลแบบไร้สายวิธีต่าง ๆ ซึ่งสามารถแบ่งกลุ่มได้กว้าง ๆ เป็นแบบ indoor และ outdoor และตารางที่ 2.2 แสดงความต้องการของอัตรา BER แยกตามชนิดข้อมูลทางคลินิก



รูปที่ 2.2 ระบบการทำงานของ mobile telemedicine [7]

รูปที่ 2.3 แสดงตัวอย่างการรับส่งข้อมูลในระบบ mobile telemedicine ซึ่งประกอบด้วยเครื่องมือวัดสัญญาณ EEG ไมโครโฟน และเซนเซอร์รับภาพ ข้อมูลจะถูกส่งไปยังโรงพยาบาลโดยระบบดาวเทียมหรือ ระบบ Cellular และแพทย์สามารถติดต่อกับคนไข้ผ่านทาง video conference และให้คำปรึกษาโดยใช้ข้อมูลคลินิกที่ได้รับ โดยข้อมูลดังกล่าวยังสามารถคลอบคลุมไปถึง ภาพ x-ray สัญญาณ cardiograph สัญญาณ EEG ประวัติคนไข้ อุณหภูมิ ความเข้มข้นของ CO_2 ภาพ ultrasonic และความเข้มข้นของออกซิเจนในเลือด รูปที่ 4 แสดงตัวอย่างของสัญญาณดังกล่าว

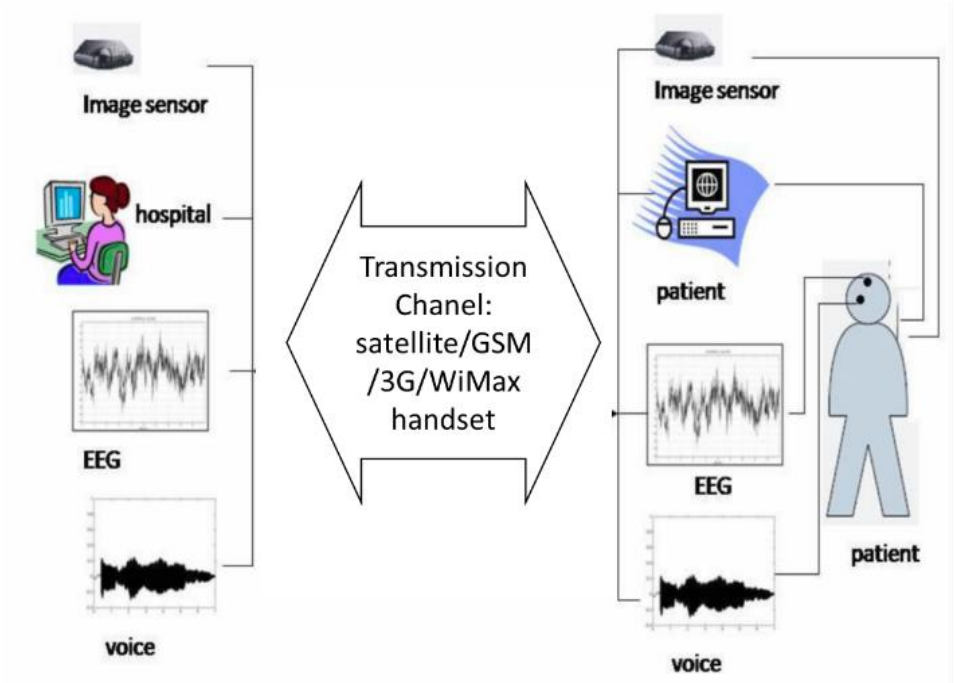
ข้อมูลคลินิกประเภทต่าง ๆ จำเป็นต้องมีการบีบอัดก่อนการส่งไปยังช่องสัญญาณ ซึ่งวิธีการบีบอัดจะมีความแตกต่างกันออกไปตามประเภทของสัญญาณ กล่าวคือ ข้อมูลเสียงจากไมโครโฟนอาจจะถูกบีบอัดด้วยวิธี G. 729 ข้อมูลภาพ x-ray จะถูกบีบอัดโดย JPEG2000 ข้อมูลวิดีโอจะถูกบีบอัดโดย MPEG-4 encoder และข้อมูลประเภทข้อความที่แสดงความดันเลือด อุณหภูมิของร่างกาย และสัญญาณ ECG อาจจะถูกรวมกันเข้าไปใน bit steam โดยตรง ก่อนการเข้ารหัสในขั้นถัดไป นอกจากนั้นในการรับส่งข้อมูลระหว่างจุดต่าง ๆ ในเครือข่ายไร้สายจำเป็นต้องใช้โปรโตคอลในกลุ่ม code division multiple access (CDMA) ซึ่งระบบ Multi-code CDMA เป็นหนึ่งในระบบที่เป็นที่นิยมใช้ในปัจจุบัน

ตารางที่ 2.1 แสดงระยะทางการส่งข้อมูลและอัตราการส่งข้อมูลของวิธีการส่งข้อมูลแบบไร้สาย

วิธีการส่งแบบไร้สาย	ระยะทางของการส่งข้อมูล	อัตราการส่งข้อมูล
BLUE-TOOTH	10 m	1-2 Mbps
ULTRA-WIDEBAND	10 m	หลักร้อย Mbps
WIRELESS LAN	100 m	หลักร้อย Mbps
GSM	50 km	9.6 kbps
GPRS	50 km	100 kbps
WIDEBAND CODE-DIVISION MULTIPLE ACCESS (WCDMA)	50 km	384 kbps
WIMAX	50 km	10 Mbps
MOBILE SATELLITE	500 km	หลักร้อย kbps ถึง หลักสิบ Mbps

ตารางที่ 2.2 แสดงอัตรา BER ที่จำเป็นสำหรับการรับส่งสัญญาณทางคลินิกชนิดต่าง ๆ

ชนิดของสัญญาณทางคลินิก	BER
ประวัติคนไข้ สัญญาณชีพ (VITAL SIGNS) สัญญาณ ECG EEG	น้อยกว่า 10^{-7}
ภาพ X-RAY	น้อยกว่า 10^{-4}
สัญญาณเสียง	น้อยกว่า 10^{-3}



รูปที่ 2.3 แสดงตัวอย่างการส่งข้อมูลในระบบ mobile telemedicine [7]

รูปที่ 2.4 แสดงตัวอย่างข้อมูลทางคลินิกในระบบ mobile telemedicine [7]

2.1.2 การจัดการระบบ telemedicine ด้วยระบบคลาวส์ (Cloud)

การเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยีสารสนเทศทำให้ telemedicine สามารถให้บริการทางการแพทย์ในระยะไกลผ่านเครือข่ายต่าง ๆ ตามที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น การบริการระยะไกลช่วยให้สามารถเข้าถึงการบริการทางการแพทย์ได้แม้จะเป็นพื้นที่ที่อยู่ในชุมชนในชนบท หรือในสถานการณ์ฉุกเฉินและเป็นประโยชน์สำหรับผู้ป่วยที่ไม่สามารถเดินทางหรือรอการให้บริการในการรักษาได้ นอกจากนี้การขยายตัวของเครือข่ายคอมพิวเตอร์ได้นำไปสู่การเปลี่ยนจากกระดาษที่ใช้ในการบันทึกข้อมูลสุขภาพ ไปสู่การจัดเก็บข้อมูลแบบอิเล็กทรอนิกส์ แต่อย่างไรก็ตาม ผู้ให้บริการทางสุขภาพและทางการแพทย์จะพบปัญหาการบริหารจัดการศูนย์ข้อมูลขนาดใหญ่ รวมทั้งระบบการประมวลผลและการจัดการ ซึ่งเกี่ยวข้องกับงบประมาณและเทคโนโลยีที่ผู้ให้บริการเลือกใช้ การประมวลผลแบบคลาวส์ (Cloud) เป็นการให้บริการแบบโปร่งใสต่อผู้ใช้ในด้านการใช้ทรัพยากรของระบบ เป็นระบบที่มีความสามารถในการรองรับการเพิ่มขยายได้ดี (scalability) มีความยืนหยุ่น (elasticity) และมีการบริการแบบจ่ายตามที่ใช้ (pay-as-you-go service) ระบบคลาวส์ (Cloud) ให้บริการด้วยความสะดวกที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพ ผู้ใช้บริการไม่จำเป็นต้องจัดการดูแลระบบด้วยตัวเอง ยิ่งไปกว่านั้น

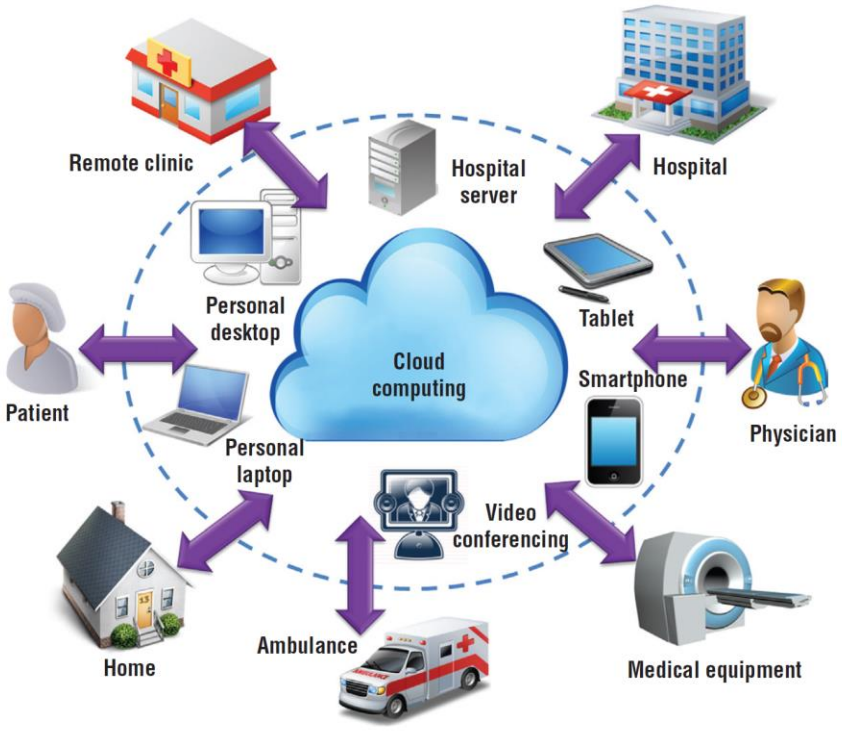
การบูรณาการระบบคลาวส์กับโทรศัพท์มือถือทำให้ telemedicine ที่ใช้คลาวส์จะเป็นวิธีการที่มีแนวโน้มที่จะให้บริการด้านสุขภาพที่แพร่หลาย และมีประสิทธิภาพ

รูปที่ 2.5 แสดงการประยุกต์ใช้ระบบคลาวส์ (Cloud) กับ telemedicine โดยที่ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (stakeholders) ต่าง ๆ รวมทั้งเครื่องมือแพทย์ชนิดเครือข่ายสามารถติดต่อสื่อสารผ่านช่องทางการสื่อสารและอุปกรณ์สื่อสารชนิดต่าง ๆ ได้จากทุกสถานที่ เช่น ในรถพยาบาล โรงพยาบาล คลินิก บ้านของผู้ป่วย การประมวลผลแบบคลาวส์สามารถสร้างแอพพลิเคชั่นที่สำคัญดังต่อไปนี้

2.1.2.1 การบริหารจัดการแฟ้มผู้ป่วยอิเล็กทรอนิกส์ (Management of Electronic Medical Record)

การบริหารจัดการแฟ้มผู้ป่วยแบบอิเล็กทรอนิกส์เป็นส่วนสำคัญในระบบการให้บริการสุขภาพซึ่งได้รับการศึกษาวิจัยมาเป็นอย่างมาก และค่อยค่อยถูกนำมาปรับใช้มาเมื่อไม่นานนี้ เนื่องจากแฟ้มอิเล็กทรอนิกส์มีข้อได้เปรียบที่เหนือกว่าวิธีการใช้ทั่วไปที่บันทึกด้วยกระดาษในแง่ของประสิทธิภาพ ค่าใช้จ่าย และความเป็นส่วนตัวของผู้ป่วย ระบบแฟ้มอิเล็กทรอนิกส์มักจะถูกนำมาใช้งานในเครือข่ายที่มีลักษณะการเชื่อมต่อแบบ client-server system ซึ่งจะต้องมีการติดตั้งเซิร์ฟเวอร์เฉพาะในสำนักงานของแพทย์หรือคลัสเตอร์เซิร์ฟเวอร์ส่วนกลางในศูนย์ข้อมูลของโรงพยาบาล แต่การจัดการระบบด้วยวิธีดังกล่าวต้องใช้ค่าใช้จ่ายมากและอาศัย

ความเชี่ยวชาญในการดำเนินการและบำรุงรักษาระบบ ในทางกลับกัน การประมวลผลแบบคลาวส์ (Cloud) มีความสามารถในการรองรับการเพิ่มขยายของข้อมูลได้ดี มีความยืดหยุ่น ความคล่องตัว และความได้เปรียบด้านต้นทุน ทำให้ระบบคลาวส์ (Cloud) เหมาะสำหรับการให้บริการด้านเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการดูแลสุขภาพ การบริหารจัดการแฟ้มผู้ป่วยอิเล็กทรอนิกส์ด้วยระบบคลาวส์ (Cloud) เป็นแอพลิเคชันบนเว็บ ที่ช่วยให้กลุ่มผู้ใช้เข้าถึงข้อมูล เพื่อจัดการและแบ่งปันข้อมูลด้านสุขภาพ ตามระดับสิทธิ์ของการเข้าถึงข้อมูลและการใช้งานของผู้ใช้ โดยผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องมีความเชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์ เนื่องจากโครงสร้างพื้นฐานของระบบและข้อมูลต่างๆ อาทิเช่นรายละเอียดส่วนบุคคลระวัติทางการแพทย์ ผลทดสอบและการวินิจฉัยจากห้องปฏิบัติการ และใบสั่งยา สามารถถูกบริหารจัดการได้อย่างมีประสิทธิภาพ ด้วยเหตุนี้การบริหารจัดการแฟ้มผู้ป่วยอิเล็กทรอนิกส์(Electronic Medical Record : EMR) ด้วยระบบคลาวส์ (Cloud) จึงได้รับความสนใจอย่างมากจากทั่วโลก ซึ่งหน่วยงานภาครัฐรวมทั้งสถาบันมาตรฐานและเทคโนโลยี (the National Institute of Standards and Technology, NIST) ได้พยายามส่งเสริมการยอมรับและสร้างความนิยมของระบบการบริหารจัดการข้อมูลดังกล่าว



รูปที่ 2.5 แสดงการประยุกต์ใช้ระบบคลาวส์กับ telemedicine โดยที่ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย (stakeholders) ต่าง ๆ รวมทั้งเครื่องมือแพทย์ชนิดเครือข่ายสามารถติดต่อสื่อสารผ่านช่องทางการสื่อสารและอุปกรณ์สื่อสารชนิดต่าง ๆ ได้จากทุกสถานที่ [10]

หน่วยงานเหล่านี้มุ่งเน้นไปที่การเสนอและการบังคับใช้มาตรฐานใหม่ในการอำนวยความสะดวกในการทำงานร่วมกันและความปลอดภัยของข้อมูลด้านสุขภาพ และได้นำเสนอมาตรฐาน Health Level Seven (HL7) ซึ่งว่าด้วยมาตรฐานสารสนเทศเพื่อการดูแลสุขภาพที่สามารถทำงานร่วมกันได้ในระหว่างประเทศ

2.1.2.2 การบริหารจัดการข้อมูลภาพและระบบการรับส่ง

กระบวนการให้บริการด้านสุขภาพ ได้มีการพึ่งพาเครื่องมือถ่ายภาพทางการแพทย์มากขึ้น เช่น เครื่องอัลตราซาวด์ เครื่องสะท้อนแม่เหล็ก เครื่องเอกซเรย์แบบปล่อยโพซิตรอนและแบบคำนวณ เครื่องส่องกล้อง เครื่องคัดกรอง mammogram และเครื่องถ่ายภาพรังสีคำนวณ ทั้งนี้เพื่อให้การดูแลผู้ป่วยที่มีคุณภาพ เครื่องมือเหล่านี้มักจะสร้างไฟล์ข้อมูลขนาดใหญ่และมีจำนวนมาก ซึ่งถือเป็นภาระใหญ่ของโรงพยาบาลในด้านการจัดหาและจัดการระบบโครงสร้างพื้นฐานเพื่อการคำนวณ การจัดเก็บ และเครือข่ายการจัดส่งข้อมูล ดังนั้นวิธีการจัดเก็บรูปภาพและการจัดส่ง มักจะถูกนำมาใช้ในระบบการดูแล

สุขภาพ เพื่อการจัดเก็บที่ประหยัดและสะดวกในการเข้าถึงฐานข้อมูลภาพทางการแพทย์ที่บันทึกจากรังสีหลากหลายชนิดซึ่งมีขนาดใหญ่ ด้วยวิธีการนี้ภาพและข้อมูลทางด้านการรักษา จะถูกจัดเก็บและโอนถ่ายด้วยมาตรฐานการจัดการภาพดิจิตอลและการสื่อสารในการแพทย์ ในขณะที่ไฟล์อื่น ๆ ที่ไม่ใช่ภาพอาจจะมีการจัดเก็บโดยใช้รูปแบบมาตรฐานอุตสาหกรรมอื่น เช่น PDF การจัดเก็บรูปภาพและการจัดส่งถูกนำมาใช้ในเครือข่ายภายในโรงพยาบาล ที่ทำให้การเข้าถึงข้อมูลได้เฉพาะกลุ่มผู้ใช้ แต่ขาดความยืดหยุ่น การป้องกันดูแลและการกู้คืนข้อมูล ซึ่งในปัจจุบันปัจจัยเหล่านี้ถือเป็นความเสี่ยงและมีค่าใช้จ่ายสำหรับการจัดการภายในองค์กร

การจัดเก็บภาพและการบริหารจัดการบนคลาวส์ (Cloud) เป็นวิธีที่น่าสนใจ ถึงแม้ว่าผู้ป่วยและผู้ให้บริการทางการแพทย์ยังคงกังวลเกี่ยวกับความปลอดภัย รวมทั้งความเป็นส่วนตัว และปัญหาความรับผิดชอบต่อข้อมูลทางการแพทย์ที่เก็บไว้ในระบบคลาวส์ (Cloud) แต่อย่างไรก็ตามระบบคลาวส์ (Cloud) ก็สามารถบูรณาการเข้ากับการดูแลสุขภาพยุคไอทีในปัจจุบันได้เป็นอย่างดี เพื่อตอบสนองต่อความต้องการที่เพิ่มขึ้นสำหรับการวินิจฉัยทางการแพทย์ที่ใช้ข้อมูลภาพในขั้นตอนการรักษา ทั้งนั้นได้มีการศึกษาทั้งทางภาคการศึกษาและอุตสาหกรรม ยกตัวอย่างเช่นในการศึกษาวิจัยของ Teng [11] และคณะฯ ได้พัฒนาต้นแบบการบริการจัดเก็บภาพทางการแพทย์ด้วย Microsoft Azure ที่สามารถประมวลผลภาพ การค้นหาและจัดทำดัชนีบนคลาวส์ นอกจากนี้ Dorn [12] และคณะฯ ยังได้นำ Microsoft Azure ไปใช้ในการพัฒนาระบบถ่ายภาพ 3 มิติบนคลาวส์ (Cloud) สำหรับการคำนวณและแสดงผลภาพ 3 มิติ บนเซิร์ฟเวอร์ในระบบคลาวด์ ซึ่งทำให้ผู้ใช้งานในฝั่ง client สามารถแสดงผลลัพย์ของภาพ 3 มิติ ดังกล่าวได้ โดยลดขั้นตอนการคำนวณ

2.1.2.3 การติดตามสัญญาณชีพระยะไกลและการประมวลผลสัญญาณทางสรีรวิทยา

ส่วนหนึ่งสำคัญและมีค่าใช้จ่ายสูงของระบบการดูแลสุขภาพคือการตรวจสอบสัญญาณชีพของผู้ป่วยและสัญญาณทางสรีรวิทยา สิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับผู้ป่วยในและผู้ป่วยนอกที่ทันสมัยคือการให้บริการผู้ป่วยติดเตียงด้วยอุปกรณ์ตรวจสอบทางการแพทย์เพื่อติดตามสัญญาณทางสรีรวิทยาต่างๆ อย่างไรก็ตามอุปกรณ์พิเศษนี้จะไม่สามารถใช้ได้และมีราคาแพงในกรณีที่เป็นการดูแลผู้ป่วยระยะยาว การดูแลนอกสถานที่หรือในบ้านซึ่งถือว่าเป็นหนึ่งในวิธีการที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดสำหรับการแก้ไขโรคเรื้อรัง

ความก้าวหน้าล่าสุดของเซ็นเซอร์ขนาดเล็กที่ติดตั้งตามร่างกาย (body area network) เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย (wireless sensor network) และเทคโนโลยีโทรศัพท์มือถือ ได้อำนวยความสะดวกในการตรวจสอบสุขภาพรวมทั้งการแจ้งเตือนแบบเคลื่อนที่ ระบบดังกล่าวมีจุดมุ่งหมายเพื่อการตรวจวัดและการให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับภาวะสุขภาพของแต่ละคนแบบทันทีทันใด ทำให้การบริการด้านสุขภาพใช้ได้กับทุกคน ใช้ได้ตลอดเวลาและทุกสถานที่ อุปกรณ์ตรวจสอบทางการแพทย์ด้วยระบบมือถือรุ่นใหม่ ๆ สามารถประมวลผลสัญญาณทางสรีรวิทยาบางประเภทได้ แต่อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพการคำนวณและแบตเตอรี่ที่มีอยู่อย่างจำกัดของโทรศัพท์มือถือ เป็นสิ่งที่จะลดความสามารถในการรันแอปพลิเคชันที่ใช้ทรัพยากรมาก ดังนั้นการนำระบบคลาวส์ (Cloud) มาทำการประมวลผลสัญญาณจากโทรศัพท์มือถือ จะเป็นวิธีการที่มีความยืดหยุ่น เพื่อปรับปรุงและส่งเสริมการใช้งานโทรศัพท์มือถือให้ดียิ่งขึ้นเพื่อการดูแลสุขภาพ

2.1.2.4 การปรึกษาทางการแพทย์ด้วยมัลติมีเดีย

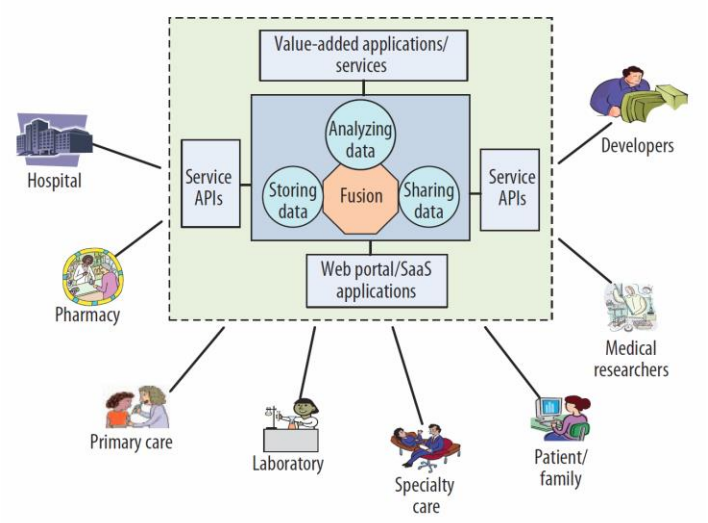
ทรัพยากรในระบบการดูแลสุขภาพที่ไม่กระจายตัว รวมทั้งการเข้าถึงการรักษาพยาบาลที่มีคุณภาพสูง ถือเป็นปัญหาอย่างมากและทวีความรุนแรงมากขึ้นในพื้นที่ชนบทและพื้นที่ที่ด้อยพัฒนา และในสถานการณ์เดียวกันกับการศึกษาทางการแพทย์และผู้เชี่ยวชาญด้านการแพทย์ (นิสิต นักศึกษาแพทย์ แพทย์ฝึกหัด รวมทั้งแพทย์ทั่วไป) ซึ่งในพื้นที่ห่างไกล ด้วยข้อจำกัดของสภาพแวดล้อมในการเข้าถึงระบบการศึกษาทางการแพทย์ และการรักษาของแพทย์ ถือเป็นหนึ่งในปัจจัยเสี่ยงสูงสุดสำหรับการสูญเสียของความสามารถทางการแพทย์ ดังนั้นจึงมีผู้ที่ศึกษาวิจัยในการนำ ระบบการปรึกษาระยะไกล (teleconsultation) ที่อาศัยสื่อมัลติมีเดียผ่านอินเตอร์เน็ต เพื่อมาใช้แก้ไขปัญหาดังกล่าวข้างต้นอย่างกว้างขวางและนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในส่วนของการดูแลสุขภาพทั้งหมด เช่น การดูแลรักษาเบื้องต้นและให้คำปรึกษาขั้นเชี่ยวชาญ การศึกษาต่อเนื่องทางการแพทย์ การผ่าตัดสด การศึกษาผู้ป่วย และการดูแลทางการแพทย์แบบยึดผู้ป่วยเป็นศูนย์กลางที่บ้าน

การวิจัยล่าสุดได้แสดงให้เห็นว่าการประมวลผลแบบคลาวส์ (Cloud) ได้ขับเคลื่อนแนวทางของการประชุมทางวิดีโอ และการบริการ video-as-a-service ของระบบคลาวส์ (Cloud) สามารถลดการลงทุนที่อาจจะเกิดขึ้นในการตั้งระบบสำหรับการประชุมผ่านวิดีโอ [13] การประชุมทางไกลที่มีประสิทธิภาพสูงสามารถทำได้โดยการกำหนดเส้นทางการส่งแพ็คเกจของข้อมูลวิดีโอให้ไหลผ่านเครือข่าย interdatacenter ในระบบคลาวด์ที่มีแบนด์วิดท์ที่สูงขึ้นและมีความจุมากกว่าอินเทอร์เน็ตสาธารณะ

นอกจากนี้ teleconsultation บนระบบคลาวส์ยังสามารถดำเนินการโดยใช้โทรศัพท์มือถือ เช่น ผ่านแอปพลิเคชันสำหรับการโต้ตอบเฉพาะ หรือแอปพลิเคชันสำหรับการส่งข้อความแบบสองทิศทาง

2.1.2.5 การบริหารจัดการแฟ้มอิเล็กทรอนิกส์แบบผสมผสาน (Fusion) เพื่อความปลอดภัยของข้อมูล

จากสิ่งที่กล่าวมาข้างต้น การบริหารจัดการแฟ้มประวัติผู้ป่วยมีข้อกำหนดที่เข้มงวดเพราะความสำคัญของข้อมูล ข้อจำกัดด้านกฎระเบียบ และความปลอดภัยในทุกขั้นตอนของการเข้าถึงข้อมูลระหว่างหลายฝ่ายทั้งผู้ให้บริการด้านการดูแลสุขภาพ ผู้จ่ายเงิน หน่วยงานราชการและผู้ป่วย วิธีการจัดการแบบผสมผสาน (Fusion) บนคลาวส์ [14] เป็นวิธีการจัดการความปลอดภัยและการแลกเปลี่ยนข้อมูลการดูแลสุขภาพที่มีขนาดใหญ่ มีจุดมุ่งหมายเพื่อลดต้นทุนของการใช้ระบบการบริหารจัดการแฟ้มอิเล็กทรอนิกส์ รูปที่ 2.6 แสดงขอบเขตแพลตฟอร์มของวิธีการผสมผสาน (Fusion) โดยที่คลินิกขนาดเล็ก โรงพยาบาล ผู้จ่ายเงินและผู้มีส่วนได้เสียอื่น ๆ ในระบบการดูแลสุขภาพ สามารถโต้ตอบกับแอปพลิเคชันเพื่อที่จะอัปโหลดหรือการเข้าถึงข้อมูลการดูแลผู้ป่วย และอาจจะใช้สำหรับการวิจัย ส่วนอินเตอร์เฟซ (Application programming interface : API) จะให้การเข้าถึงบริการสำหรับนักพัฒนาเพื่อการสร้างโปรแกรมใหม่และระบบการเชื่อมโยงการบริหารจัดการแฟ้มอิเล็กทรอนิกส์เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูล



รูปที่ 2.6 แสดงขอบเขตแพลตฟอร์มของวิธีการผสมผสาน (Fusion) โดยที่คลินิกขนาดเล็ก โรงพยาบาล ผู้จ่ายเงินและผู้มีส่วนได้เสียอื่น ๆ ในระบบการดูแลสุขภาพ สามารถโต้ตอบกับแอปพลิเคชันเพื่อที่จะอัปโหลดหรือการเข้าถึงข้อมูลการดูแลผู้ป่วย และอาจจะใช้สำหรับการวิจัย [14]