

รายงานฉบับสมบูรณ์
โครงการวิจัยประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2548

เรื่อง

โครงการส่งภาพสารสนเทศและภาพทางการแพทย์บนเครือข่าย

The Pilot Project of Information Technology and Biomedical Imaging via Network

RCH
R
857
06
เลขหมู่..... ๑๖๘๕๘๕
เลขทะเบียน..... 67382
วัน,เดือน,ปี 29 พ.ย. 2549

b..... 11 ๖๖ 4๗33
i.....

โดย

ห้องปฏิบัติการวิจัยการประมวลผลสัญญาณและภาพทางการแพทย์
โครงการสำนักวิจัยการสื่อสารและเทคโนโลยีสารสนเทศ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

รายงานโครงการวิจัย (Research Report)

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2548

1. ชื่อโครงการวิจัย

<ภาษาไทย> โครงการส่งภาพสารสนเทศและภาพทางการแพทย์บนเครือข่าย

<ภาษาอังกฤษ> The Pilot Project of Information Technology and Biomedical Imaging via Network

2. หน่วยงานหลัก

โครงการสำนักวิจัยการสื่อสารและเทคโนโลยีสารสนเทศ (ReCCIT)

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

โทรศัพท์ 0 2739-2427-8 โทรสาร 0 2739-2429

3. คณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย: รศ. ดร. สุรพันธุ์ เอื้อไพบูรณ์

หัวหน้าห้องปฏิบัติการวิจัยการประมวลผลสัญญาณและภาพทางการแพทย์

โครงการสำนักวิจัยการสื่อสารและเทคโนโลยีสารสนเทศ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

โทรศัพท์ 02-7373000 ต่อ 3323 E-mail: kasurapa@kmitl.ac.th

นักวิจัย: ผศ. ดร. สุพันธุ์ ตั้งจิตกุศลมั่น

รศ. ดร. ชูชาติ ปิณฑวิรุจน์

ผศ. ดร. ยุทธนา คิทธิใจเดียว

ผู้ช่วยนักวิจัย: นายคทา จารวงศ์รัมย์

ผู้ช่วยนักวิจัยห้องปฏิบัติการวิจัยการประมวลผลสัญญาณและภาพทางการแพทย์

โทรศัพท์ 3323

4. ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหา

ในปัจจุบันภาพถ่ายทางการแพทย์มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการวินิจฉัยทางการแพทย์ ทำให้มีการนำเข้าเครื่องมือถ่ายภาพทางการแพทย์มาใช้งานในประเทศเป็นจำนวนมาก แต่เดิมการถ่ายภาพทางการแพทย์มักจะใช้การถ่ายภาพด้วยรังสีเอ็กซเรย์แล้วบันทึกลงบนฟิล์มและวิเคราะห์ด้วยแพทย์ผู้เชี่ยวชาญ ทำให้เกิดปัญหาในการจัดเก็บฟิล์มที่มีอยู่เป็นจำนวนมาก การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการถ่ายภาพทางการแพทย์ทำให้การถ่ายภาพมีความก้าวหน้าทั้งในแง่ของเทคนิคการถ่ายภาพ การจัดเก็บข้อมูล การประมวลผล และการวิเคราะห์ ในแง่ของเทคนิคการถ่ายภาพ ทำให้เกิดการถ่ายภาพรังสีเอ็กซเรย์แบบดิจิตอล การถ่ายภาพภาคตัดขวางแบบ Computerized Tomography (CT) การถ่ายภาพแบบ Magnetic Resonance Imaging (MRI) ตลอดจนอัลตราซาวด์สแกนเนอร์

เครื่องมือถ่ายภาพทางการแพทย์สมัยใหม่ดังกล่าวจะมีคอมพิวเตอร์เป็นองค์ประกอบหนึ่ง เกือบทั้งหมดจึงใช้การแสดงผลบนจอคอมพิวเตอร์เป็นหลักและผลพลอยได้คือ คอมพิวเตอร์จะถูกใช้ในการประมวลผลและช่วยในการวิเคราะห์ ทำให้สะดวกในการเรียกมาแสดงผลและการจัดเก็บข้อมูล ความต้องการผู้เชี่ยวชาญมาก ๆ ลดน้อยลง อย่างไรก็ตามการใช้งานเครื่องมือที่ใช้เทคโนโลยีระดับสูงและราคาแพงดังกล่าว จะถูกจำกัดการใช้ในสถานที่ติดตั้งและอยู่ในข้อจำกัดที่ผู้ผลิตกำหนดมา โดยหากขยายขีดจำกัดการใช้งานจากที่กำหนดให้ มักจะต้องซื้อซอฟต์แวร์พิเศษเพิ่มเติม เช่นซอฟต์แวร์สร้างภาพสามมิติของภาพถ่ายภาคตัดขวาง ซอฟต์แวร์วัดขนาดของอวัยวะ และซอฟต์แวร์การส่งถ่ายข้อมูลผ่านเครือข่ายเป็นต้น ซึ่งซอฟต์แวร์เหล่านี้เกือบทั้งหมดต้องนำเข้าจากต่างประเทศ มักจะมีราคาแพงและจำกัดการใช้งาน การดัดแปลงให้เหมาะสมกับการใช้งานทำได้ยาก คณะผู้วิจัยเห็นว่าระบบคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลได้พัฒนาขีดความสามารถไปได้ในระดับที่สูงมากแล้ว ประกอบกับระบบการสื่อสารข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์ในยุคนี้ก็สามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงมีความคิดริเริ่มที่จะนำคอมพิวเตอร์และระบบสื่อสารดังกล่าวมาประยุกต์ใช้แทนระบบเก่าๆ ซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนว่าจะสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายเป็นจำนวนมาก โครงการวิจัยนี้เกี่ยวข้องกับสองหน่วยงานหลักได้แก่ห้องวิจัยBiomedical Signal Processing สำนักวิจัยทางด้านโทรคมนาคมและเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยมีวัตถุประสงค์หลักคือการปรับปรุงระบบระบบเครือข่ายที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลสารสนเทศและภาพทางการแพทย์ของโรงพยาบาลเชียงใหม่ให้สามารถสื่อสารกับระบบคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลเพื่อที่สามารถใช้โปรแกรมสร้างภาพและประมวลผลภาพที่ติดตั้งบนระบบคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล โปรแกรมดังกล่าวเป็นโปรแกรมที่พัฒนาโดยห้องวิจัย Biomedical Signal Processing สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และมีสมรรถนะขีดความสามารถเทียบเท่ากับโปรแกรมประเภทเดียวกันจากต่างประเทศ นอกจากนี้หัวใจสำคัญอีกประการหนึ่งคือการนำเอาโปรแกรมประเภท Parallel Processing มาใช้ประโยชน์เพื่อเพิ่มความเร็วในการสร้างภาพและประมวลผลภาพ การนำเอาเทคนิคการประมวลผลภาพแบบ Parallel Processing มาใช้ทำให้สามารถที่จะ Upgrade เครื่องสร้างภาพทางการแพทย์รุ่นเก่าเช่นเครื่อง CT ให้มีความสามารถเพิ่มขึ้น

5. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

- 8.1 จัดสร้างระบบต้นแบบการส่งภาพทางการแพทย์ผ่านระบบเครือข่ายแลน
- 8.2 พัฒนาศักยภาพของอุตสาหกรรมด้านเครื่องมือแพทย์ที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง
- 8.3 สะสมความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีทางด้านเครื่องมือแพทย์
- 8.4 นำเอาความรู้ในการทำวิจัยมาช่วยในการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยรับผิดชอบได้
- 8.5 ให้แพทย์เปรียบเทียบวิธีการตรวจวินิจฉัยวิธีใหม่กับวิธีเดิมที่ใช้กันในปัจจุบัน

6. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถนำเอาข้อมูลเกี่ยวกับภาพทางการแพทย์ผ่านระบบเครือข่ายแลนได้
2. พัฒนาซอฟต์แวร์ทางการแพทย์และนำไปใช้ประโยชน์ทางการแพทย์มากขึ้น

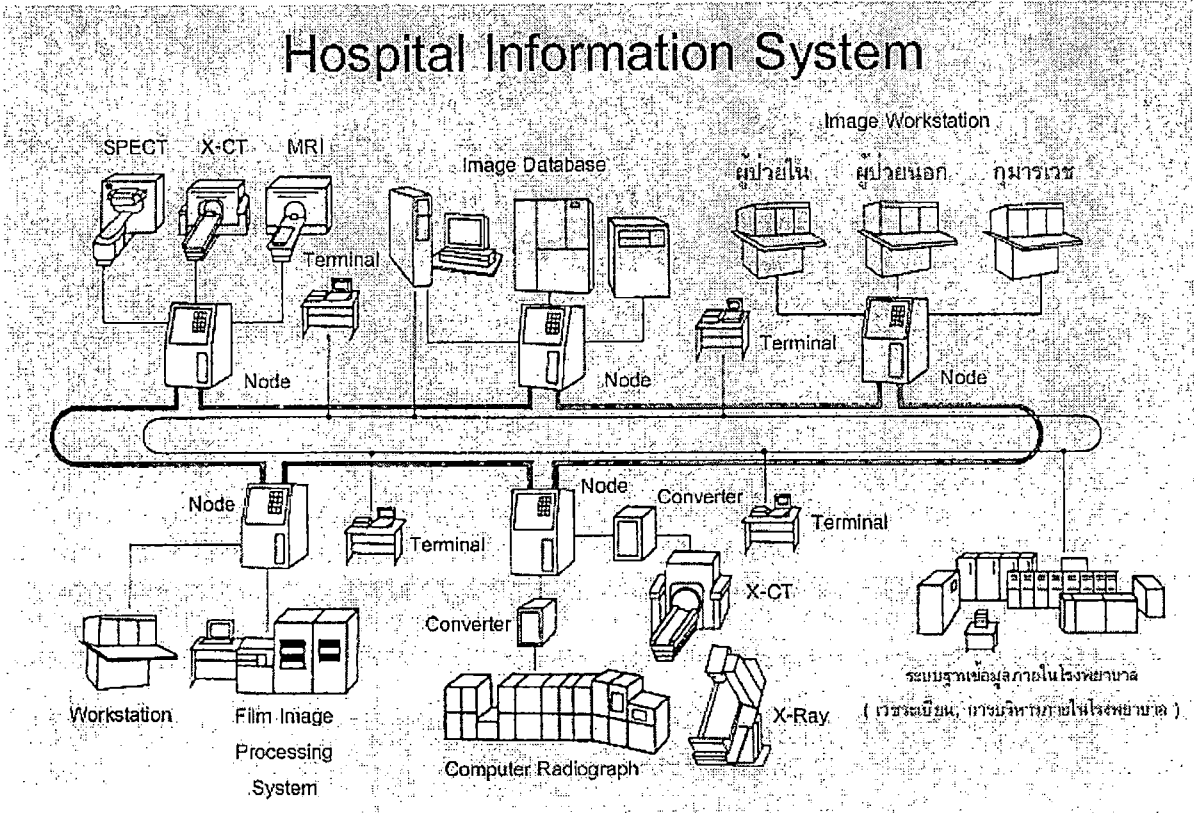
3. สามารถนำไปใช้กับระบบรักษาทางไกลที่เรียกว่าเทเลเมดิซีน (Telemedicine) ได้
4. เก็บข้อมูลภาพทางการแพทย์ไว้ในที่เดียวกัน
5. ทำให้แพทย์สามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้รวดเร็วขึ้น
6. ประหยัดเงินตราที่ต้องซื้ออุปกรณ์การแพทย์จากต่างประเทศ
7. ทำให้สามารถผลิตบัณฑิตที่มีความรู้ความสามารถทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ และแพทยศาสตร์
ในระดับประยุกต์ได้
8. ทำให้สามารถขอข้อมูลจากคณะแพทยศาสตร์ออกมาทำวิจัยได้
9. เป็นการวิจัยที่รวมระหว่างสถาบันต่าง ๆ ในประเทศได้ อาทิ คณะวิศวกรรมศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาด
กระบัง เป็นต้น

บทที่ 1 บทนำ

1. ทฤษฎีหรือกรอบแนวคิด

ปัจจุบันนี้โรงพยาบาลที่ทันสมัยมีการใช้ระบบฐานข้อมูลดังแสดงในรูปที่ 1.1 ประโยชน์ของการนำเอาระบบฐานข้อมูลมาใช้มีหลายประการ อาทิเช่น ช่วยเก็บข้อมูลสารสนเทศทางการแพทย์ไว้ในที่เดียวกัน แพทย์จะอยู่ที่ไหนก็ได้ในโรงพยาบาลหรือแม้แต่ที่บ้านสามารถที่จะเข้าถึงข้อมูลสารสนเทศดังกล่าว นักวิจัยหรือนักเรียนแพทย์สามารถเข้าถึงข้อมูลดังกล่าวที่ Terminal ไหนก็ได้ เพื่อความสะดวกในการวิจัยและการศึกษา การวินิจฉัยโรคบางอย่างต้องการที่จะนำภาพที่ได้จากเครื่อง MRI หรือ CT มารวมกับภาพที่ได้จากเครื่อง SPECT หรือ PET เนื่องจากว่าภาพที่ได้จากเครื่อง CT หรือ MRI ให้ข้อมูลเกี่ยวกับกายวิภาค (Anatomy) ส่วนภาพ SPECT หรือ PET ให้ข้อมูลเกี่ยวกับฟังก์ชันการทำงานของอวัยวะแต่ไม่มีรายละเอียดทางด้านกายวิภาคเลย การนำภาพทั้งสองมารวมกันสามารถอวัยวะใดมีหน้าที่การทำงานผิดปกติหรือไม่ เป็นการนำเอาข้อดีของภาพที่ได้จาก CT หรือ MRI และภาพที่ได้จาก SPECT หรือ PET มารวมกัน การที่นำภาพทั้งสองดังกล่าวมารวมกันจำเป็นต้องมีการติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องสร้างภาพทั้งสองผ่านระบบเครือข่าย ระบบรักษาทางไกลที่เรียกว่าเทเลเมดิซีน (Telemedicine) เป็นแนวคิดที่นำมาใช้ในโรงพยาบาลชุมชนที่ขาดแคลนแพทย์ผู้เชี่ยวชาญ แพทย์ฝึกหัดหรือแพทย์ที่ไม่มีผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทางสามารถติดต่อส่งภาพผ่าน Internet มายังระบบเครือข่ายของโรงพยาบาลศูนย์เพื่อขอคำแนะนำแพทย์ผู้เชี่ยวชาญ ระบบรักษาทางไกลจำเป็นต้องใช้ระบบฐานข้อมูลหรือระบบเครือข่ายสำหรับภาพทางการแพทย์ ความก้าวหน้าของระบบฐานข้อมูลในต่างประเทศก้าวหน้าไปถึงขั้นที่ว่ามีการเก็บข้อมูลภาพทางการแพทย์เช่นภาพเอ็กซเรย์ ข้อมูล ECG เป็นต้น สำหรับคนไข้แต่ละคนเข้าไปกับประวัติการรักษาของคนไข้ ทำให้สามารถตรวจสอบประวัติการรักษาของคนไข้และดูข้อมูลของภาพที่การแพทย์ที่ได้จากการรักษาในคราวก่อนได้ทันที ระบบดังกล่าวต้องการระบบฐานข้อมูลทางการแพทย์

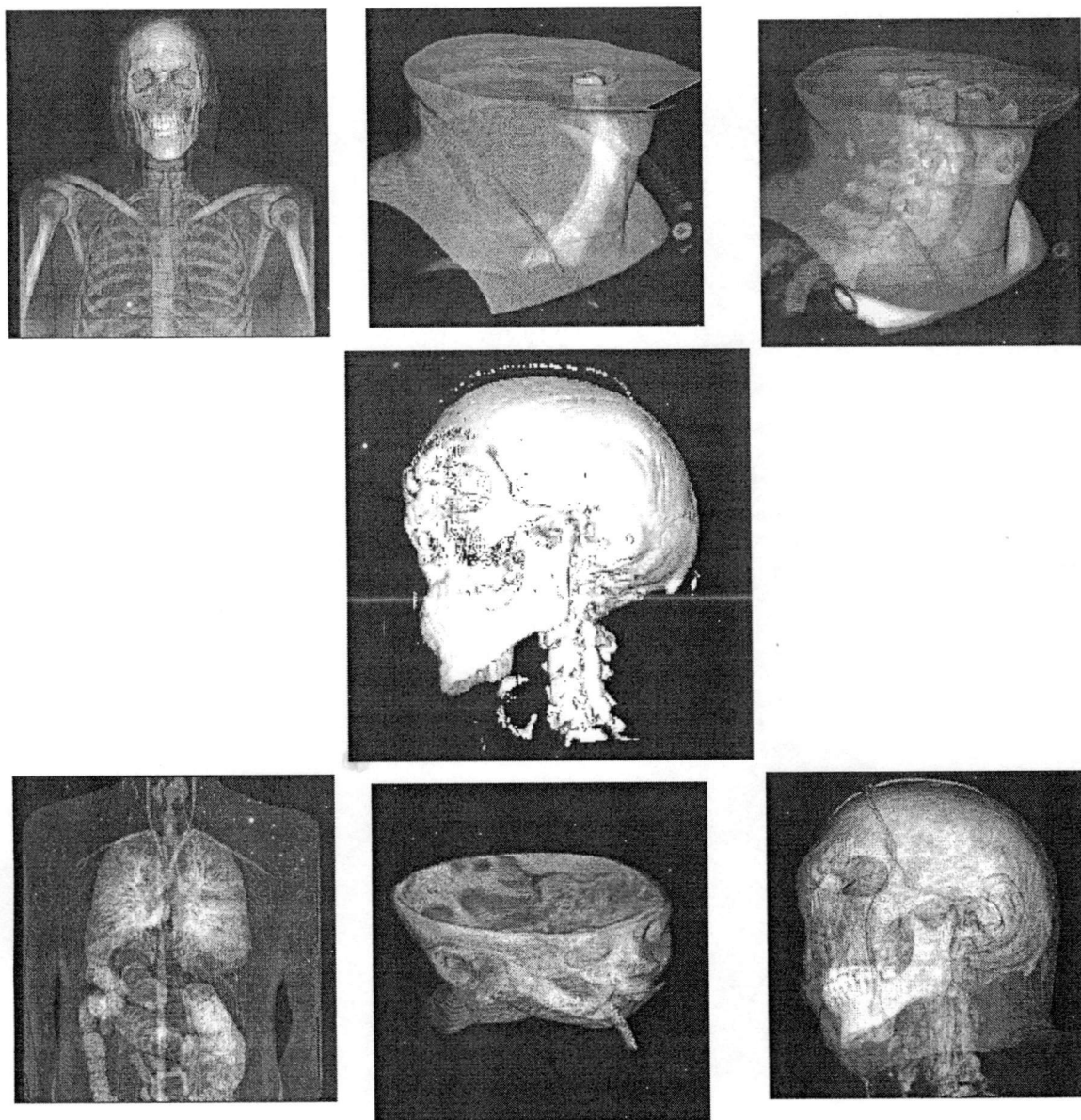
ปัจจุบันข้อมูลของภาพทางการแพทย์ในโรงพยาบาลต่างๆ ทั้งในส่วนกลางและส่วนภูมิภาค จะถูกเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ระบบใหญ่ ซึ่งเสียค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาตลอดจนการแก้ไขสูงมาก เพราะต้องใช้ Software ที่มีลักษณะของ Standalone ทำให้ข้อมูลของแต่ละโรงพยาบาลก็ไม่สามารถที่จะแลกเปลี่ยนกันได้เพราะมาจากผู้ผลิตที่แตกต่างกัน ทำให้การวินิจฉัยโรคร่วมกันของแพทย์ทำได้ยากมาก การพัฒนาระบบฐานข้อมูลทางการแพทย์ต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงมากทั้งในด้านการติดตั้งและการบำรุงรักษา นอกจากนั้นยังต้องดูว่าเครื่องมือแพทย์สามารถติดต่อกับระบบฐานข้อมูลได้หรือไม่เนื่องจากว่าเครื่องมือแพทย์ที่ซื้อมาเมื่อหลายสิบปีก่อน โปรโตคอลที่ใช้ในการติดต่อผ่านระบบ LAN เป็น OPTION ที่ต้องจ่ายเพิ่มเติม สมัยก่อนบุคลากรที่เกี่ยวข้องไม่ได้สังเกตเห็นถึงการใช้ระบบฐานข้อมูล จึงไม่ได้ซื้อ OPTION ดังกล่าว



รูปที่ 1.1 ระบบฐานข้อมูลในโรงพยาบาล

โครงการวิจัยนี้เกิดขึ้นเนื่องจากผู้วิจัยได้สังเกตเห็นว่า ระบบคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลในปัจจุบันได้พัฒนาขีดความสามารถไปได้ระดับที่สูงมากแล้ว ประกอบกับระบบการสื่อสารข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์ในยุคนี้ก็สามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงมีความคิดริเริ่มที่จะนำคอมพิวเตอร์และระบบสื่อสารดังกล่าวมาประยุกต์ใช้แทนระบบเก่าๆ ซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนว่าจะสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายเป็นจำนวนมาก การวิจัยนี้จะเป็นการร่วมมือกันระหว่างห้องวิจัย Biomedical Signal Processing สำนักวิจัยทางด้านโทรคมนาคมและเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในอันที่จะพัฒนาระบบฐานข้อมูลสำหรับโรงพยาบาลเชียงใหม่โดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล

การนำระบบคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลมาใช้เป็นแกนหลักสำหรับระบบฐานข้อมูลจำเป็นต้องมีการพัฒนาโปรแกรม Medical Signal/Image Processing ขึ้นมาใช้ด้วย คณะผู้วิจัยได้ทำงานวิจัยทางด้าน Medical Signal/Image Processing มาช้านาน อาทิเช่นการพัฒนาโปรแกรมสร้างภาพ 3 มิติ หรือโปรแกรม Volume Rendering/ Surface Rendering ดังที่แสดงไว้ในภาพที่ 1.2



รูปที่ 1.2 โปรแกรมสร้างภาพ 3 มิติ

ด้วยความสำคัญของภาพเหล่านี้ทำให้เกิดการจัดเก็บข้อมูลภาพทางการแพทย์ (Medical Image) แบบ DICOM ซึ่งเป็นมาตรฐานการจัดเก็บข้อมูลภาพและข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวข้อง อย่างไรก็ตามแม้ว่าปัจจุบันจะมีโปรแกรมสำหรับดูหรือตกแต่งภาพมากมาย แต่ก็มีส่วนน้อยที่สามารถเปิดภาพ DICOM ได้ และโดยมากโปรแกรมเปิดภาพ DICOM มักจะถูกขายมากับระบบเครื่องถ่ายภาพเอ็กซเรย์ที่มีราคาสูง ทำให้การทำงานของแพทย์ถูกจำกัดด้วยระบบที่ซื้อมาจากการโยกย้ายหรือถ่ายเทข้อมูลเพื่อทำระบบเซิร์ฟเวอร์หรือแอปพลิเคชันต่างๆ

โครงการนี้ได้เห็นปัญหาสำคัญดังกล่าวจึงได้พัฒนาโปรแกรมสำหรับเปิดไฟล์ DICOM ที่สามารถเปิดดูภาพและข้อมูลต่างๆของภาพได้ อีกทั้งยังสร้างระบบฐานข้อมูลสำหรับไฟล์ DICOM เพื่อใช้ถ่ายโอนข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์

บทที่ 2 มาตรฐานไดคอม (DICOM standard)

2.1 มาตรฐานไดคอม (DICOM standard)

2.1.1 ประวัติความเป็นมา

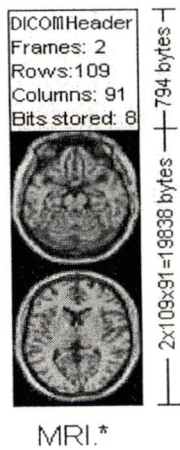
ไดคอมสแตนดาร์ด (The Digital Imaging and Communications in Medicine [DICOM] standard) ถูกสร้างโดยสมาคมผู้ผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้าแห่งชาติ (National Electrical Manufacturers Association [NEMA]) มีจุดประสงค์เพื่อการแจก (distribution) และการมอง (viewing) ภาพที่ใช้ในทางการแพทย์ เช่น ซีทีสแกน (CT scans) เอ็มอาร์ไอ (MRIs) และอัลตราซาวด์ (ultrasound) มาตรฐานนี้แบ่งออกเป็น 10 ส่วนซึ่งอธิบายการแจกแบบของไฟล์ (file format) สำหรับการแจกภาพ รูปแบบนี้เป็นการขยายมาตรฐานนีมา (NEMA standard) ซึ่งมีมาก่อนหน้า คนส่วนใหญ่จะอ้างถึงไฟล์รูปซึ่งตามรูปแบบ 10 ส่วนของมาตรฐานไดคอมเช่นเดียวกันกับรูปแบบของไฟล์ไดคอม ในไฟล์ไดคอมประกอบด้วยส่วนหัว (header) เป็นส่วนเก็บข้อมูลเกี่ยวกับชื่อผู้ป่วย ชนิดของสแกน (scan) รูปภาพ ฯลฯ เช่นเดียวกันกับข้อมูลรูปภาพอื่นๆซึ่งสามารถเก็บข้อมูลได้ในสามทิศทาง แตกต่างกับรูปแบบอนาไลซ์ (Analyze format) ที่เก็บข้อมูลรูปในไฟล์หนึ่ง (*.img) และ ข้อมูลส่วนหัวในอีกไฟล์ (*.hdr) ข้อแตกต่างอีกอย่างระหว่างไดคอมและอนาไลซ์ คือ ข้อมูลรูปของไดคอมสามารถบีบอัดเพื่อลดขนาดภาพได้โดยใช้ เจเป็ก (JPEG) หรือ การถอดรหัสแบบรันเลนจ์ (Run-Length Encoding)

2.1.2 ส่วนหัวของไดคอม (The DICOM header)

รูปที่ 2.1 แสดงไฟล์รูปไดคอมในตัวอย่างนี้ 794 ไบต์ (byte) แรกจะถูกใช้สำหรับส่วนหัวของไดคอมซึ่งระบุทิศทางของรูปและเก็บข้อมูลที่เป็นตัวอักษร (text) เกี่ยวกับการสแกน ขนาดของส่วนหัวนี้จะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปริมาณข้อมูลที่ถูกเก็บไว้ ในที่นี้ส่วนหัวมีขนาด 109x91x2 voxels ดังนั้นขนาดของรูปคือ 19838 voxels ข้อมูลรูปก็อยู่ในส่วนหัว (ส่วนหัวและข้อมูลรูปถูกเก็บในไฟล์เดียวกัน) รูปที่ 2.2 แสดงรายละเอียดมากขึ้นโดยแสดงในซอฟต์แวร์ (software) ไดคอมต้องการ 128 ไบต์ซึ่งถูกเซตเป็นศูนย์ (zero) ตามด้วยตัวอักษร D I C และ M จากนั้นเป็นข้อมูลส่วนหัวซึ่งถูกจัดการในกลุ่ม (groups) เช่น group 0002hex เป็นไฟล์ข้อมูลของ meta และ ในรูปที่ 2.3 แสดงส่วนประกอบ 3 ส่วน คือ ส่วนระบุความยาวกลุ่ม (group length) ส่วนเก็บเวอร์ชันของไฟล์ (file version) และส่วนที่สามเก็บไวยากรณ์ที่ใช้ในการส่งข้อมูล (transfer syntax)

ส่วนประกอบ (Element) ของไดคอมจะขึ้นอยู่กับชนิดของรูปภาพ และระบุไว้ในส่วนที่ 3 ของไดคอม เช่น รูป modality เป็น MR ดูได้จากส่วนที่0008:0060 ดังนั้นจึงควรมีส่วนที่แสดง MRI echo time ข้อมูลส่วนนี้ของรูปขาดหายไปจะเป็นผลเสีย ต่อไฟล์ไดคอม ในทางปฏิบัติผู้ใช้ไดคอม (รวมทั้ง MRIcro และ ez DICOM) จะไม่ตรวจสอบส่วนประกอบทั้งหมด จะเลือกใช้เพียงส่วนหัวของข้อมูลซึ่งบอกขนาดของภาพ

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 2.1 แสดงตัวอย่าง DICOM header

First 128 bytes: unused by DICOM format Followed by the characters 'D','I','C','M' This preamble is followed by extra information e.g.:
0002,0000,File Meta Elements Group Len: 132
0002,0001,File Meta Info Version: 256
0002,0010,Transfer Syntax UID: 1.2.840.10008.1.2.1.
0008,0000,Identifying Group Length: 152
0008,0060,Modality: MR
0008,0070,Manufacturer: MRicro
0018,0000,Acquisition Group Length: 28
0018,0050,Slice Thickness: 2.00
0018,1020,Software Version: 46\64\37
0028,0000,Image Presentation Group Length: 148
0028,0002,Samples Per Pixel: 1
0028,0004,Photometric Interpretation: MONOCHROME2.
0028,0008,Number of Frames: 2
0028,0010,Rows: 109
0028,0011,Columns: 91
0028,0030,Pixel Spacing: 2.00\2.00
0028,0100,Bits Allocated: 8
0028,0101,Bits Stored: 8
0028,0102,High Bit: 7
0028,0103,Pixel Representation: 0
0028,1052,Rescale Intercept: 0.00
0028,1053,Rescale Slope: 0.00392157
7FE0,0000,Pixel Data Group Length: 19850
7FE0,0010,Pixel Data: 19838

Transfer Syntax UID	Definition
1.2.840.10008.1.2	Raw data, Implicit VR, Little Endian
1.2.840.10008.1.2.x	Raw data, Eplicit VR x = 1: Little Endian x = 2: Big Endian
1.2.840.10008.1.2.4.xx	JPEG compression xx = 50-64: Lossy JPEG xx = 65-70: Lossless JPEG
1.2.840.10008.1.2.5	Lossless Run Length Encoding

รูปที่ 2.2 แสดงส่วนประกอบของไดคอม

รูปที่ 2.3 แสดงส่วนประกอบของไดคอม

มาตรฐานนี้มาซึ่งมีมาก่อนไดคอมมีโครงสร้างที่คล้ายคลึงกันมากและมีส่วนประกอบหลายๆส่วนที่เหมือนกัน ข้อแตกต่างที่สำคัญ คือ นีมาไม่มี ข้อมูล 128ไบต์แรก หรือตัวอักษร D I C M นอกจากนี้นีมายังไม่อธิบายรูป 3 มิติ ให้ชัดเจน ดังนั้นส่วนที่ 0028,0008 จึงไม่ถูกแสดงไว้ความสำคัญเฉพาะของ กลุ่ม:ส่วนประกอบ ที่ 0002:0010 คือ เป็นส่วนที่ระบุลักษณะเฉพาะของไวยากรณ์ที่ใช้ในการส่งข้อมูล (Transfer Syntax Unique Identification) ดังแสดงในรูปที่ 2.2 ค่านี้แสดงโครงสร้างของข้อมูลรูป มีการแสดงให้เห็นแม้ว่าข้อมูลจะถูกบีบอัด

ไว้ เครื่องที่ใช้ในการดูภาพโคคมสามารถจัดการกับข้อมูลที่ยังไม่ได้ผ่านการบีบอัดเท่านั้น รูปภาพโคคมสามารถบีบอัดโดยใช้วิธีบีบอัดแบบเจเปก (ที่ความถี่สูงข้อมูลจะสูญหาย) ซึ่งแทบจะไม่เห็นผิวนอกของรูปภาพทางการแพทย์ รหัส (code) ในส่วนนี้ระบุไว้ในส่วนที่ 5 ของมาตรฐานโคคม

ในทำนองเดียวกันกับการรายงานบันทึกเทคนิคการบีบอัด ไวยากรณ์ที่ใช้ในการส่งข้อมูลแบบ UID จะรายงานลำดับไบนารีของข้อมูลดิบ คอมพิวเตอร์ (computer) ที่ต่างกันจะเก็บค่าตัวเลข (integer) ที่แตกต่างกัน เรียกว่า การลำดับ บิ๊กเอนดิง (big ending) และลิตเติลเอนดิง (little ending) พิจารณา ตัวเลข 16 บิต (bit) สำหรับค่า 257 ไบนารีที่มีความสำคัญที่สุดเก็บค่า 01 (=255) ในขณะที่ไบนารีที่มีความสำคัญน้อยที่สุดเก็บค่า 02 คอมพิวเตอร์บางเครื่องจะเก็บค่าในลักษณะ 01:02 ในขณะที่เครื่องอื่นๆเก็บค่าในลักษณะ 02:01 ดังนั้น สำหรับข้อมูลที่มีมากกว่า 8 บิต ต่อแซมเปิ้ล (sample) เครื่องที่ใช้ในการอ่านภาพโคคมอาจจำเป็นต้องเปลี่ยนลำดับไบนารีของข้อมูลเพื่อให้เข้ากัน (match) กับลำดับของคอมพิวเตอร์เครื่องอื่น

นอกจากนี้ ไวยากรณ์ที่ใช้ในการส่งข้อมูลแบบ UID รูปจะถูกระบุโดย แซมเปิ้ลต่อพิกเซล (sample per pixel)(0028:0002) การแปลรูป (photometric interpretation)(0028:0004) การกำหนดบิต (bits allocated)(0028:0100) รูป MRI และ CT ส่วนใหญ่ การแปลรูปจะต่อเนื่องกันไปเป็นสีเดียวกัน (continuous monochrome) ในโคคมนั้น รูปโมโนโครม (monochrome) จะถูกแปลเป็น MONOCHROME1 (low values=bright, high values=dim) หรือ MONOCHROME2 (low values=dark, high values=bright) อย่างไรก็ตาม รูปอุตราสวณและรูปทางการแพทย์ รวมทั้งสี จะถูกระบุโดยการแปลภาพต่าง ๆ กัน (เช่น Palette, RGB, CMYK, YBR, ฯลฯ) สีของรูปบางรูป (เช่น RGB) เก็บ สามแซมเปิ้ลต่อพิกเซล (เก็บสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงิน) ในขณะที่รูปโมโนโครมและรูปแพลเลท (paletted) เก็บ หนึ่งแซมเปิ้ลต่อหนึ่งพิกเซล

2.2 ระบบเครือข่าย (Network)

ในปัจจุบันการสื่อสารผ่านระบบเครือข่าย เป็นที่แพร่หลายมากในแง่การใช้งาน ใช้บริการ อำนวยความสะดวก ในชีวิตประจำวันต่างๆ เนื่องจากระบบสื่อสารที่รวดเร็วและสามารถเชื่อมโยง เข้ากับหลายๆระบบได้ ทำให้สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานผ่านระบบเครือข่ายได้หลากหลายรูปแบบ

โดยระบบ TCP/IP นั้นเริ่มมาจาก องค์กรกลางที่เป็นผู้สร้างและกำหนดมาตรฐานคือ InterNIC แต่ InterNIC นั้นมิได้ทำงานเพียงลำพัง ยังมีองค์กรอื่นๆช่วยเหลือด้วย ที่สำคัญก็คือ IETF (Internet Engineering Task Force) ซึ่งเป็นผู้กำหนดมาตรฐานของโปรโตคอล TCP/IP ในแง่มุมต่างๆออกมาเป็น RFC(Request For Comment)

RFC เป็นข้อกำหนดมาตรฐานที่อธิบายถึงรูปแบบของแพ็คเกจ (package) ข้อมูลที่รับส่งกัน และอธิบายถึง State Machine ที่เกี่ยวข้องกับโปรโตคอล TCP/IP ว่าผู้รับและผู้ส่งจะพูดคุยกันอย่างไร RFC นั้นได้ถูกจำแนกออกเป็นหลายเบอร์ตามความหลากหลายของ TCP/IP

แม้ว่า RFC นั้นก็ยังเป็นเพียงมาตรฐานที่เขียนขึ้นมาเท่านั้น ต้องรอนกว่าจะมีผู้พัฒนาซอฟต์แวร์หรือ

สร้างไดรเวอร์ (driver) ขึ้นมาในลักษณะที่เป็นรูปธรรมโดยยึดอิงกับ RFC เสียก่อน ซึ่งในปัจจุบันได้กลายเป็นที่นิยมอย่างมากในการใช้งาน สามารถหาไดรเวอร์ และโปรแกรมที่ใช้งานผ่านมาตรฐาน TCP/IP ได้ทั่วไปใน Internet นั้นเอง

2.2.1 ระบบ TCP/IP

โปรโตคอล TCP/IP เป็นโปรโตคอลมาตรฐาน มาตรฐานหนึ่งที่มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายที่สุดในปัจจุบันที่ใช้ในระบบอินเทอร์เน็ต (internet) และ ระบบอีเทอร์เน็ต (ethernet)

TCP/IP เป็นการรูปแบบการสื่อสารข้อมูลในระบบอินเทอร์เน็ต ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ชั้น layer คล้าย OSI เพียงแต่ OSI มีทั้งหมด 7 ชั้น layer สำหรับ 4 layer ของระบบ IP มีดังนี้

1. Application ระดับนี้หมายถึงแอปพลิเคชันทั้งหมดของวินโดวส์ที่ทำงานบนเน็ตเวิร์ก ซึ่งครอบคลุมทั้งระดับ Application ,Presentation และ Session ในระดับ Application นั้น จะครอบคลุมถึง Application ทั้งหมดของวินโดวส์ ส่วนในระดับของ Presentation และ Session นั้นจะครอบคลุมเพียง Application Programing Interface (API) ที่รองรับการพัฒนาแอปพลิเคชันบนเน็ตเวิร์ก (network) เช่น WinSock, NetBIOS เป็นต้น

2. Transport

3. Network(Internet)

จะขอกล่าวรวมทั้ง 2 เลเยอร์ (layer) ไปด้วยกันเพราะมันคล้ายๆกัน สำหรับโปรโตคอลในระดับนี้ที่รู้จักกันทั่วไปได้แก่ NetBEUI ,NWLink และ TCP/IP ในที่นี้เราสนใจเพียง TCP/IP เท่านั้น โดย TCP จะจัดอยู่ใน Transport Layer ส่วน IP จะจัดอยู่ใน Network Layer

TCP เป็นโปรโตคอลแบบที่มีการกำหนดช่วงการสื่อสารตลอดระยะเวลาที่มีการสื่อสาร (connection-oriented) ซึ่งจะยอมให้มีการส่งข้อมูลเป็นกระแสไบต์ (byte stream) โดยไม่มีข้อผิดพลาด ข้อมูลที่มีปริมาณมากจะถูกแบ่งเป็นส่วนเล็กๆที่เรียกว่าแมสเซจ (message) ซึ่งจะถูกส่งไปยังผู้รับผ่านทางชั้นสื่อสารของอินเทอร์เน็ต ทางฝ่ายผู้รับจะนำแมสเซจ มาเรียงต่อกันตามลำดับของข้อมูลตัวเดิม นอกจากนั้น TCP ยังมีความสามารถในการควบคุมการไหลของข้อมูลเพื่อป้องกันไม่ให้ผู้ส่ง ส่งข้อมูลเร็วเกินกว่าที่ผู้รับสามารถทำงานได้ทันอีกด้วย

ส่วน IP นั้นจะควบคุมส่วนสำคัญหลักๆ 3 ส่วนดังนี้

3.1 IP Address : สำหรับการรับส่งข้อมูลในระบบอินเทอร์เน็ตและอีเทอร์เน็ตจะถูกกำหนดและอ้างอิงด้วยหมายเลขประจำเครื่องนั้นก็คือ IP Address

3.2 Routing Configuration : ข้อดีของโปรโตคอล TCP/IP ก็คือมีความสามารถในการกำหนดเส้นทางสำหรับการรับส่ง ที่สามารถเลือกเส้นทางในการรับส่งข้อมูลได้อย่างอัตโนมัติถ้าหากเกิดเส้นทางบางเส้นทางเสียหาย ระบบกลไกในการกำหนดเส้นทางสำหรับการรับส่งข้อมูลของระบบ TCP/IP ก็จะเลือกเส้นทางที่เหมาะสมถูกต้องให้สามารถรับส่งข้อมูลได้

3.3 Protocol ,Port ,Sockets : เป็นช่องทางสำหรับกำหนดทิศทางของการรับส่งข้อมูล

นอกเหนือจากที่จะต้องกำหนดหลังจาก IP Address

4. Host - to - network มองง่าย ๆ ว่า โปรโตคอลระดับนี้คือ เครือข่าย Ethernet ที่เสียบ เน็ตเวิร์กการ์ด (network card) แบบ Ethernet ที่ใช้หัวต่อแบบ RJ-45 เข้าที่เครื่องคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่อง จากนั้นก็นำ สายอีกข้างของสาย UTP Cat 5 เข้ากับหัวต่อ RJ-45 และเสียบปลายสายอีกข้างหนึ่งเข้ากับอุปกรณ์ที่เรียกว่า Hub นั้นเอง

2.2.2 Server & Client

ในการเขียนโปรแกรมเพื่อใช้ในระบบเครือข่าย จุดหลักๆของระบบ จะแบ่งฝ่ายที่ต้องติดต่อรับส่งข้อมูลระหว่างกันออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ Server (แม่ข่าย) และ Client (ลูกข่าย)

Server (แม่ข่าย) จะทำหน้าที่เสมือนกองอำนวยการ ,ประชาสัมพันธ์ รวมถึงผู้จัดการ ให้กับระบบ, ลูกข่ายที่จะเป็นส่วนร้องขอข้อมูลจาก Server ในที่นี้จะเป็นส่วนที่เก็บข้อมูล, จัดการ, บริหารข้อมูลหรือทรัพยากรระบบ เพื่อให้ฝ่ายลูกข่ายสามารถใช้บริการได้

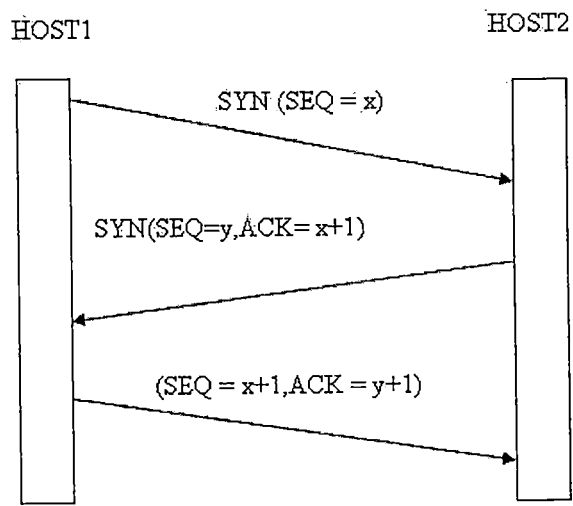
Client (ลูกข่าย) จะทำหน้าที่ติดต่อกับ User เพื่อส่งข้อมูลหรือขอเรียกใช้บริการต่างๆจาก Server

ทั้ง Server และ Client ต่างก็ต้องมีตำแหน่งที่อยู่ (IP Address), ช่องทางการติดต่อ (Port) โดยทั้งสองฝ่ายจะต้องสามารถติดต่อกันได้ผ่านทางช่องทางการติดต่อเดียวกัน ซึ่งในการเขียนโปรแกรมนั้นเราสามารถกำหนดหมายเลขของ Port ได้

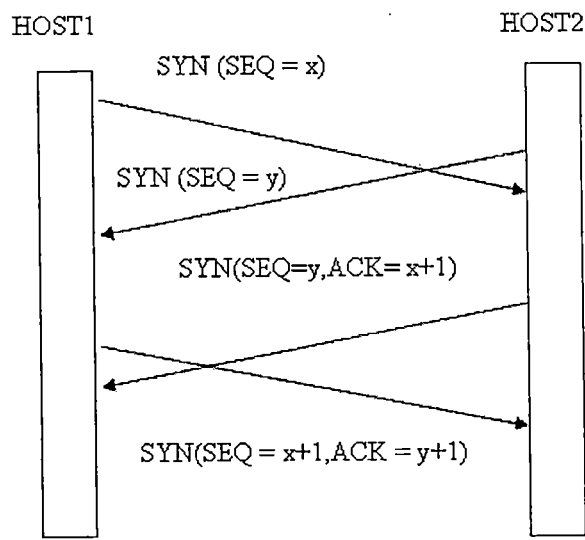
2.2.3 การบริหารการเชื่อมต่อโดย TCP

การเชื่อมต่อในระบบTCPใช้กระบวนการจับมือร่วม3ขั้นตอน(Three-way-handshake) โดยทางผู้รับ ซึ่งปกติแล้วจะเป็นผู้ให้บริการ(server) จะเรียกใช้บริการ LISTEN เพื่อรอคอยสัญญาณ CONNECT จากผู้ส่ง ซึ่งโดยปกติแล้วจะเป็นผู้ใช้บริการ(client) ข้อมูลหลักที่ส่งมาด้วยคือหมายเลขIPและพอร์ตที่ใช้ ขนาดสูงสุดของเซ็กเมนต์ (segment) และอาจมีข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับทางด้านบริหาร(ชื่อบัญชีและรหัสผ่าน) ด้วยก็ได้ และจบลงด้วยการเรียกใช้บริการACCEPT เพื่อยืนยันการเชื่อมต่อกลับไป

เมื่อเซ็กเมนต์ CONNECT(SYN="1" และ ACK="0") เดินทางมาถึงเอนติตี้ (entity) TCP ที่โฮส (host) ปลายทางจะค้นหาโปรเซส (process) ตามหมายเลขพอร์ตที่กำหนดในเขตข้อมูล Destination port ซึ่งถ้าหาไม่พบก็จะตอบปฏิเสธด้วยเซ็กเมนต์ที่มี RST="1" กลับไปยังผู้ส่ง เซ็กเมนต์ CONNECT ของผู้ส่งจะถูกส่งต่อไปยังโปรเซสตามพอร์ตที่ระบุซึ่งอาจจะตอบรับหรือตอบปฏิเสธก็ได้ ถ้าโปรเซสนั้นต้องการสื่อสารด้วยก็จะส่งเซ็กเมนต์ตอบรับกลับไป ดังรูปที่2.5 (ก)



รูปที่ 2.5(ก) การจัดตั้งการเชื่อมต่อ TCP ในกรณีปกติ



รูปที่ 2.5(ข) การจัดตั้งการเชื่อมต่อเมื่อเกิด call collision

ในกรณีที่โฮส 2 แห่ง พยายามสร้างการเชื่อมต่อระหว่างซ็อกเก็ตคู่เดียวกันจะเกิดเป็นลำดับขั้นตอนดังแสดงในรูปที่ 2.5(ข) ผลสุดท้ายจะมีการเชื่อมต่อเกิดเพียง1ช่องทางเท่านั้น เนื่องจากการเชื่อมต่อในแต่ละช่องทางจะถูกกำหนดขึ้นโดยใช้หมายเลขซ็อกเก็ตผู้ส่งและผู้รับ ถ้าการเชื่อมต่อลำดับแรกสำเร็จก็จะถูกบันทึกไว้ตารางการสื่อสาร เช่น (x,y) ถ้าการเชื่อมต่อลำดับที่สองสำเร็จในเวลาต่อมา ข้อมูลนี้ก็จะถูกบันทึกไว้ที่เดียวกัน คือ (x,y)

2.3 DICOM Server-Client Software Project

2.3.1 ส่วนประกอบของระบบ

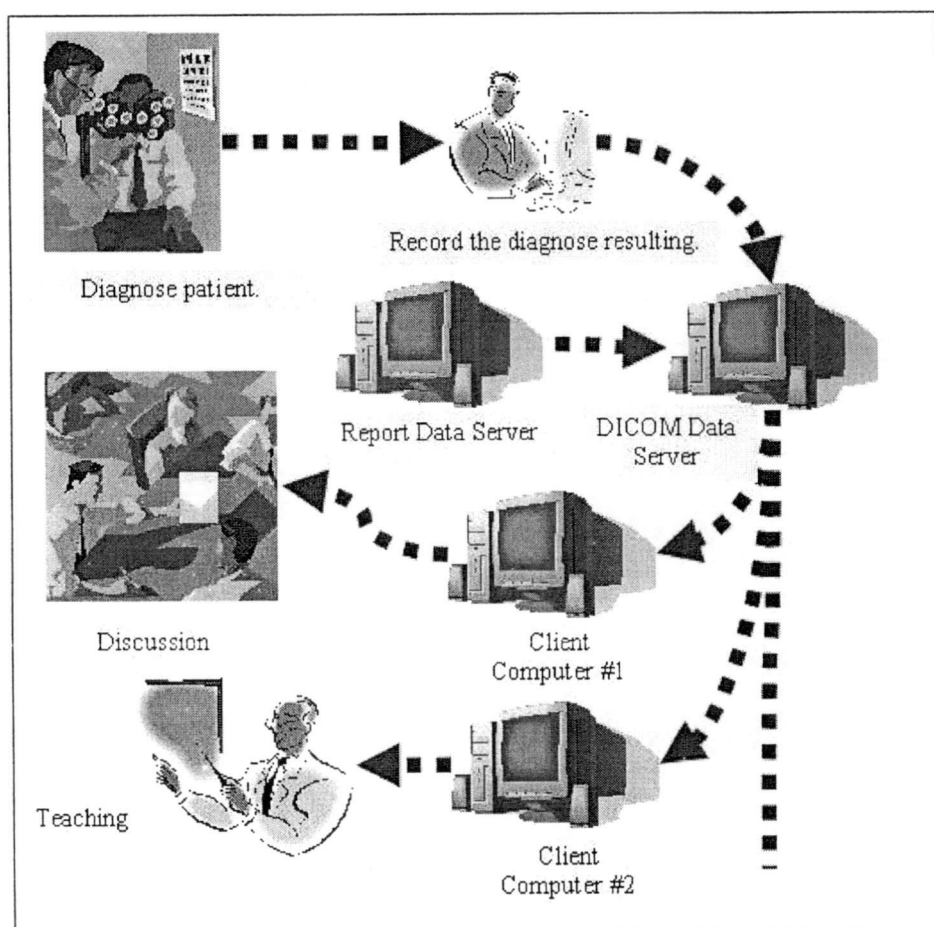
1. DICOM Server Software ทำหน้าที่จัดเก็บข้อมูลคนไข้ ที่เป็นไฟล์ DICOM และยังถูกเชื่อมเข้ากับฐานข้อมูล Report Server ซึ่งเป็นส่วนจัดเก็บข้อมูลที่เป็นเอกสารต่างๆ นอกจากนี้ DICOM Server Software ยังสามารถกำหนดสิทธิการอ่าน แก้วไข ลบ ข้อมูลต่างๆในระบบได้ด้วย
2. DICOM Client Software ทำหน้าที่เรียกอ่าน แก้วไข ลบ ข้อมูลในระบบ ตามที่ผู้ใช้ได้รับสิทธิจาก Server DICOM Software

2.3.2 ระบบที่เลือกใช้ทำระบบ DICOM Server-Client Software

1. ภาษาที่ใช้สร้างโปรแกรม Server DICOM Software และ Client DICOM Software จะเลือกใช้ Visual Studio C# .NET เนื่องจากมีฟังก์ชันและเครื่องมือที่รองรับกับฐานข้อมูลหลายระบบ ทำให้การเชื่อมต่อกับระบบฐานข้อมูลเพื่อสร้าง อ่าน แก้วไข ลบข้อมูล report ที่เกี่ยวข้องกับข้อมูล DICOM ได้ง่าย
2. ระบบฐานข้อมูลของ Report หรือเรียกว่า Report Server เลือกใช้ SQL Server 2000 เนื่องจากเป็นซอฟต์แวร์ที่สนับสนุนระบบปฏิบัติการ Windows จึงมีขั้นตอนการใช้งานง่ายกว่าระบบอื่นๆ

2.3.3 ขั้นตอนการดำเนินการ

1. ศึกษาการอ่านข้อมูลส่วนต่างๆ ตามมาตรฐาน DICOM
2. ออกแบบระบบฐานข้อมูลทั้งส่วนของ DICOM Server กับ Report Server
3. สร้าง DICOM Server Software และ DICOM Client Software ที่เชื่อมเข้ากับฐานข้อมูลของ Report Server



รูปที่ 2.6 DICOM Server-Client Software Project

บทที่ 3 ฐานข้อมูล (Database)

3.1 การเข้าถึงข้อมูล

ประวัติของการเข้าถึงข้อมูล

ในยุคที่ระบบฐานข้อมูลเริ่มแรก อย่างเช่น ออราเคิล และ DB2 ของไอบีเอ็มถูกเขียนขึ้นมานั้น นักพัฒนาระบบที่ต้องการเขียนโปรแกรมให้เข้าถึงฐานข้อมูล จะต้องใช้ฟังก์ชันหลายชุดที่มีไว้เฉพาะเจาะจงกับระบบฐานข้อมูลนั้นๆ โดยเฉพาะ แต่ละระบบก็จะมีไลบรารีของฟังก์ชันที่เป็นของมันเอง อาทิ Oracle Call Interface (OCI) สำหรับออราเคิลหรือ DBLib สำหรับ SQL Server ของ Sybase (ภายหลังถูกซื้อไปโดยไมโครซอฟท์) สิ่งนี้อนุญาตให้โปรแกรมมีสิทธิ์เข้าถึงข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากโปรแกรมจะติดต่อโดยตรงกับฐานข้อมูล นั่นหมายความว่า โปรแกรมเมอร์จะต้องคุ้นเคยกับไลบรารีต่างๆ สำหรับทุกๆฐานข้อมูลที่เขาทำงานด้วย ดังนั้นหน้าที่ของการเขียนแอปพลิเคชันแบบ data-driven จึงซับซ้อนมากและถ้าบริษัทเปลี่ยนระบบฐานข้อมูลที่ใช้ไปแล้ว แอปพลิเคชันก็จะต้องถูกเขียนใหม่ทั้งหมด

ปัญหานี้ถูกแก้ไขโดย Open Database Connectivity (ODBC) ODBC ถูกพัฒนาขึ้นมาโดยไมโครซอฟท์ภายใต้ความร่วมมือกับบริษัทอื่นๆเป็นจำนวนมากในยุค 1990 ตอนต้น ODBC ได้ให้ฟังก์ชันชุดที่ใช้งานทั่วไป ซึ่งนักพัฒนาสามารถใช้กับระบบฐานข้อมูลใดๆได้ ฟังก์ชันเหล่านี้ถูกแปลงไปเป็นฟังก์ชันที่เฉพาะเจาะจงกับฐานข้อมูลซึ่งถูกเรียกใช้โดยไดรเวอร์สำหรับระบบฐานข้อมูลเฉพาะเจาะจงนั้นๆ

สิ่งนี้ได้แก้ไขปัญหาหลักของไลบรารีฐานข้อมูลยุคแรกเริ่ม นักพัฒนาต้องรู้วิธีใช้งานฟังก์ชันเพียงชุดเดียวเท่านั้น (ฟังก์ชัน ODBC) และถ้าบริษัทเปลี่ยนระบบฐานข้อมูลไป สิ่งที่ต้องแก้ไขตามในแอปพลิเคชันก็คือโค้ดที่จะเชื่อมต่อเข้าไปยังฐานข้อมูล อย่างไรก็ตาม ยังคงมีปัญหาอยู่คือ บริษัทที่มีจำนวนข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ที่ถูกจัดเก็บอยู่ในแหล่งที่หลากหลายแตกต่างกันไปไม่ว่าจะเป็น อีเมล เว็บเพจ ไฟล์ Project 2000 เป็นต้น ODBC ก็ยังคงทำงานได้ดีกับการเข้าถึงฐานข้อมูลแบบดั้งเดิม แต่ไม่สามารถเข้าถึงข้อมูลชนิดอื่นๆได้

ปัญหานี้แก้ไขโดย OLE DB, OLE DB ทำงานด้วยวิธีคล้ายคลึงกับ ODBC โดยการจัดให้มีเลเยอร์ทางนามธรรมระหว่างฐานข้อมูลและแอปพลิเคชันซึ่งต้องการเข้าถึงข้อมูลต่างๆ แอปพลิเคชันไคลเอนต์จะติดต่อกับแหล่งข้อมูล ซึ่งอาจเป็นฐานข้อมูลแบบดั้งเดิม หรือที่อื่นใดที่ข้อมูลถูกจัดเก็บอยู่ได้ผ่าน OLE DB provider สำหรับแหล่งข้อมูลนั้นๆ ข้อมูลที่มาจากแหล่งใดๆ จะถูกเปิดเผยให้กับแอปพลิเคชันในรูปแบบของตารางเหมือนกับว่ามาจากฐานข้อมูล OLE DB อนุญาตให้เข้าถึงข้อมูลที่ถูกเปิดเผย โดยไดรเวอร์ ODBC ที่มีอยู่ ดังนั้นจึงสามารถใช้เพื่อเข้าถึงฐานข้อมูลทั้งหมดที่ได้รับการสนับสนุนโดย ODBC ได้ ADO.NET สนับสนุนทั้ง OLE DB และ ODBC ด้วยวิธีที่คล้ายคลึงกัน

เทคโนโลยีการเข้าถึงข้อมูล “ตกทอด” ที่เราจะให้ความสนใจคือ ActiveX Data Objects (ADO), ADO เป็นเพียงแคเลเยอร์ชั้นบางๆซึ่งวางอยู่ด้านบนของ OLE DB และอนุญาตให้โปรแกรมที่เขียนด้วยภาษาระดับสูง อย่างเช่น Visual Basic เข้าถึงข้อมูล OLE DB ได้

ADO.NET

ดีไลฟ์ชื่อมาจาก ADO แต่มีพื้นฐานที่แตกต่างกันมาก ตามนิยามของสถาปัตยกรรมจะแล้ว คล้ายคลึงกับ OLE DB มากกว่า ADO.NET ประกอบด้วยออบเจ็กต์ชุดหนึ่งที่อยู่ในเนมสเปซ System.Data ซึ่งสื่อสารกับฐานข้อมูลด้วย .NET data provider ออบเจ็กต์ ADO.NET อนุญาตให้เชื่อมต่อกับฐานข้อมูล เรียกค้น แก้ไข ลบ และแทรกข้อมูลเข้าไปในฐานข้อมูลได้ รวมทั้งการจัดการกับข้อมูลภายในโปรแกรม

.NET data providers

มีส่วนที่เป็นพื้นฐานของ ADO.NET อยู่สองส่วนได้แก่ DataSet และ .NET data provider, DataSet นั้นถูกใช้เพื่อจัดเก็บข้อมูลชุดหนึ่งภายในโปรแกรมของเราในรูปแบบของตาราง โดยไม่สนใจว่าข้อมูลนั้นมาจากไหน ส่วน data provider ประกอบขึ้นด้วยคอมโพเนนต์ที่เฉพาะเจาะจงจำนวนหนึ่งที่อนุญาตให้เราเชื่อมต่อและสื่อสารกับแหล่งข้อมูลอิสระได้ data provider แต่ละตัวจะอยู่ในเนมสเปซ ของมันเองภายใต้เนมสเปซ System.Data ณ ขณะเวลาที่เขียนอยู่นี้มี data provider อยู่สามแหล่งให้ใช้งาน คือ

1. Data provider สำหรับ SQL Server ซึ่งอยู่ในเนมสเปซ System.Data.SqlClient และถูกใช้เพื่อเชื่อมต่อเข้ากับ SQL Server 7.0 หรือที่สูงกว่า และฐานข้อมูล MSDE (MSDE เป็น SQL Server เวอร์ชันที่ตัดทอนลงมาแล้ว) SQL Server provider ถูกใส่มาเป็นส่วนหนึ่งของ .NET Framework ถ้าคุณต้องเชื่อมต่อเข้าไปยังฐานข้อมูล SQL Server 6.0 หรือก่อนหน้า คุณต้องใช้ OLE DB provider

2. Data provider สำหรับ OLE DB ซึ่งถูกใช้เพื่อเชื่อมต่อเข้าไปยังแหล่งข้อมูลผ่าน OLE DB และอยู่ในเนมสเปซ System.Data.OleDb ก็เหมือนกับ SQL Server provider ที่ถูกรวมมากับ .NET Framework ด้วย OLE DB provider ไม่สามารถใช้เพื่อเชื่อมต่อไปยังฐานข้อมูลผ่านไดรเวอร์ ODBC ได้

3. Data provider สำหรับ ODBC, ODBC provider นั้น ถูกใช้เพื่อเชื่อมต่อไปยังฐานข้อมูลที่มีไดรเวอร์ ODBC อยู่ได้ เนมสเปซ ODBC data provider ก็คือ Microsoft.Data.Odbc

แม้ว่า ณ ปัจจุบันเราสามารถเชื่อมต่อโดยตรงกับฐานข้อมูล SQL Sever และ MSDE ได้เท่านั้น แต่จำนวนของ data provider ที่มีให้ใช้ได้คาดว่าจะเพิ่มขึ้นเนื่องจากผู้ใช้ได้ย้ายไปสู่ .NET โดยเฉพาะอย่างยิ่ง data provider สำหรับออราเคิลนั้นอยู่ไม่ไกลเกินไป อย่างไรก็ตาม สำหรับตอนนี้ถ้าคุณต้องการเชื่อมต่อไปยังแหล่งข้อมูลอื่นๆ คุณจะต้องเข้าไปผ่าน OLE DB หรือไม่ก็ ODBC

Data provider ประกอบขึ้นด้วยคอมโพเนนต์หลักๆสี่ตัวได้แก่

ชื่อคอมโพเนนต์	คำอธิบาย
Connection	ใช้เพื่อเชื่อมต่อไปยังฐานข้อมูลหรือแหล่งข้อมูลอื่นๆ
Command	ใช้เพื่อเรียกค้น แก้ไข ลบ หรือแทรกข้อมูลเข้าไปในฐานข้อมูล
DataReader	จัดให้มีสายลำดับของข้อมูลจากแหล่งข้อมูล ข้อมูลนี้สามารถถูกอ่าน (ไม่สามารถแก้ไขได้) และสามารถย้ายไปมาภายในข้อมูลนั้นได้เท่านั้น
DataAdapter	ใช้เพื่อเติม DataSet ด้วยข้อมูลที่มาจกแหล่งข้อมูล และเพื่ออัปเดตแหล่งข้อมูลด้วยการเปลี่ยนแปลงใดๆที่กระทำใน DataSet

อย่างไรก็ตาม เมื่อเราใช้ออบเจกต์เหล่านี้เราไม่ต้องอ้างอิงมันด้วยชื่อเหล่านี้จริงๆ แต่ละ provider มีการอิมพลิเมนต์คลาสของมันอยู่แล้ว คลาสที่เฉพาะเจาะจงกับ provider จะอิมพลิเมนต์อินเตอร์เฟซเหมือนกัน ดังนั้นมันจึงมีเมธอดและพร็อพเพอร์ตี้ที่เหมือนกันด้วย (แม้ว่าจะไม่มีอะไรหยุดการเพิ่มเติมเมธอดและพร็อพเพอร์ตี้ของมันเองเข้าไปในคลาสที่เฉพาะเจาะจงก็ตาม) ตัวอย่างเช่น ถ้าเราต้องการสร้างการเชื่อมต่อไปยังฐานข้อมูล SQL Server แล้ว เราจะใช้ออบเจกต์ SqlConnection หรือถ้าเราต้องการเชื่อมต่อไปยังแหล่งข้อมูล ODBC เราจะใช้ออบเจกต์ OdbcConnection เป็นต้น ออบเจกต์ทั้งคู่เหล่านี้มีอิมพลิเมนต์ IDbConnection ดังนั้นจึงมีเมธอดและพร็อพเพอร์ตี้ชุดเดียวกัน

DataSet

ทันทีที่เราได้สร้างการเชื่อมต่อไปยังฐานข้อมูล และเรียกค้นข้อมูลนั้น เราสามารถจัดการกับข้อมูลภายในโปรแกรมของเราโดยการใช้ออบเจกต์ DataSet ได้ DataSet จริงๆแล้วเป็นคอลเล็กชันของออบเจกต์ DataTable ซึ่ง DataTable จะจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบของตาราง นั่นคืออยู่ในรูปโรว์และคอลัมน์ DataSet ไม่ได้อยู่ในรูปส่วนหนึ่งของ data provider (มีเพียงแค่ออบเจกต์ DataSet ชนิดเดียวโดยไม่สนใจว่าข้อมูลมาจาก SQL Server หรือแหล่งข้อมูล OLE DB ดังนั้น DataSet จึงไม่จัดการการเชื่อมต่อกับแหล่งข้อมูล นั่นหมายความว่าเมื่อเราจัดการข้อมูลใน DataSet เราเพียงแคทำงานกับสำเนาของข้อมูลในหน่วยความจำบนเครื่องท้องถิ่นเท่านั้น นี่ช่วยลดภาระบนเซิร์ฟเวอร์บนฐานข้อมูลและบนเน็ตเวิร์ก เนื่องจากเราเพียงแคเชื่อมต่อไปยังแหล่งข้อมูลเมื่อเราดึงข้อมูลครั้งแรก และเมื่อเราเสร็จสิ้นการแก้ไขมัน และต้องการอัปเดตความเปลี่ยนแปลงของเรากลับไปยังฐานข้อมูล

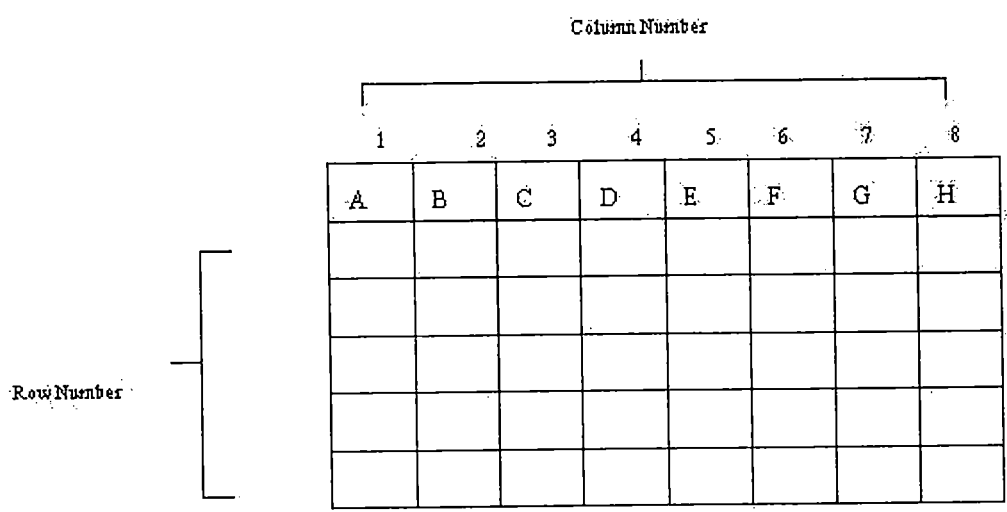
อย่างไรก็ตาม สถาปัตยกรรมที่ไม่เชื่อมต่ออาจนำปัญหามาได้ เมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เชื่อมต่อโดยสมบูรณ์นั้น ผู้ใช้จะไม่ได้รับแจ้งถึงการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลที่ถูกกระทำโดยผู้อื่นๆ ถ้าเราใช้ข้อมูลที่เห็นอยู่บนหน้าจอเพื่อทำการตัดสินใจแล้ว เราอาจจะมีข้อมูลที่ไม้อัพเดทถ้าผู้ใช้คนอื่นกำลังแก้ไขข้อมูลเดียวกันนี้

3.2 การสร้างตารางและกำหนดประเภทของข้อมูล

ตารางเป็นส่วนสำคัญหลักของระบบฐานข้อมูล เพราะเป็นแหล่งที่เก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ ไว้ภายใต้ฐานข้อมูล ในบทนี้จะอธิบายถึงส่วนประกอบต่างๆของตาราง ประเภทของข้อมูลที่ถูกจัดเก็บ ตลอดจนวิธีการสร้างตารางไว้เพื่อใช้งาน

3.2.1 ส่วนประกอบของตาราง

ตารางจะประกอบไปด้วย 2 ส่วนหลักคือ คอลัมน์ (column) (มองในแนวตั้ง) สำหรับระบุประเภทของข้อมูล และแถว (row) (มองในแนวนอน) ซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลของแต่ละคอลัมน์ในแถวนั้นๆ ตัวอย่างเช่น ตารางพนักงานในแต่ละแถวเป็นตัวแทนของพนักงานแต่ละคน โดยในแต่ละคอลัมน์แทนข้อมูลต่างๆของพนักงาน เช่น ชื่อ ที่อยู่ อายุ และเพศ เป็นต้น



รูปที่ 3.1 ส่วนประกอบของตาราง

คอลัมน์ (Column)

คอลัมน์ หรือฟิลด์ (Field) จะถูกกำหนดเป็นชื่อที่ไม่ซ้ำกันสำหรับในตารางหนึ่งๆ โดยมีการระบุประเภทของข้อมูลที่จะถูกนำมาเก็บยังฟิลด์นี้ รวมถึงการกำหนดขนาดความยาวของข้อมูลที่สามารถรองรับในแต่ละฟิลด์เหล่านี้ได้ หรือความสามารถในการยอมรับข้อมูลที่ไม่ทราบค่า (Unknown) ซึ่งรู้จักกันดีในนามของ Null Value

แถว (Row)

แถว หรือเร็คคอร์ด (Record) แทนลักษณะของสิ่งหนึ่งสิ่งใดที่อยู่ภายในบรรทัดเดียวกัน อธิบายง่ายๆ คือข้อมูลที่เกิดขึ้นในแต่ละคอลัมน์โดยพิจารณาที่บรรทัดเดียวกันเท่านั้น

สำหรับความสามารถของ SQL Server 2000 ภายใน 1 ฐานข้อมูลสามารถบรรจุตารางไว้ได้มากถึง 2 พันล้านตาราง และภายใน 1 ตารางสามารถมีจำนวนคอลัมน์ได้มากที่สุด 1,024 คอลัมน์ โดยข้อมูลที่สามารถจัดเก็บได้ในแต่ละคอลัมน์มีขนาดสูงสุด 8,000 ไบต์ ทั้งนี้ไม่นับรวมข้อมูลประเภท Text และ Binary ซึ่งเก็บได้ถึง 2 GB แต่ไม่ได้ถูกเก็บไว้ภายในตารางจริง มีเพียงพอยน์เตอร์ซึ่งสามารถลิงค์ไปยังข้อมูลที่เก็บไว้แทนเท่านั้น

คีย์ (Key)

นอกจากองค์ประกอบทางกายภาพที่เห็นเด่นชัดสำหรับแถวและคอลัมน์แล้ว ตารางยังประกอบไปด้วยคีย์หลายประเภท ซึ่งถูกเลือกมาจากคอลัมน์เพื่อใช้ทำหน้าที่ที่แตกต่างกันออกไปดังนี้

คีย์คู่แข่ง (Candidate Key หรือ Alternate Key)

คอลัมน์หรือกลุ่มของคอลัมน์ที่เป็นคีย์คู่แข่งจะต้องประกอบด้วยคุณสมบัติ 2 ประการ ได้แก่

Uniqueness คือต้องมีค่าไม่ซ้ำกันใน 2 แถวใดๆ ภายในตารางเดียวกัน

Minimality คือประกอบไปด้วยจำนวนคอลัมน์น้อยที่สุด ที่จะทำให้ค่าใน 2 แถวใดๆ ไม่ซ้ำกันได้

Customer Table – Candidate Key
(CustomerID / CustomerName)

CustomerID	CustomerName	CustomerAddress
5555	สมพร	17 หมู่ 10 บางซื่อ กทม. 12345
5666	สมใจ	20 หมู่ 3 บางบอน กทม. 18999
5999	รัตนา	35 หมู่ 5 บางปูละ สมุทรปราการ 204444

รูปที่ 3.2 คีย์คู่แข่งของตาราง Customer

จากรูป จะพบว่าตาราง Customer มีคีย์คู่แข่งที่เป็นไปตามคุณสมบัติข้างต้นคือ คอลัมน์ CustomerID และ CustomerName (ในที่นี้ใช้สมมุติฐานว่า จะไม่มีลูกค้ารายใดที่มีชื่อเหมือนกันเลย)

คีย์หลัก (Primary Key)

เนื่องจากตารางจะอาศัยคุณสมบัติของคีย์คู่แข่งมาเป็นตัวบ่งชี้ถึงความแตกต่างกันของแต่ละแถว โดยภายในตารางหนึ่งๆอาจมีคีย์คู่แข่งได้หลายตัว แต่สำหรับคีย์คู่แข่งที่ถูกเลือกให้มาทำหน้าที่บอกความแตกต่างประจำตารางนั้นๆ จะถูกเรียกว่าคีย์หลักซึ่งสามารถมีได้เพียงคีย์เดียวสำหรับตารางหนึ่งๆ เท่านั้นหรืออาจกล่าวสั้นๆ ได้ว่า คีย์หลักคือคีย์คู่แข่งที่ถูกเลือกขึ้นมานั่นเอง

ส่วนวิธีการเลือกคีย์หลักที่เหมาะสมนั้นอาจพิจารณาในแง่ของประเภทของข้อมูล เช่น การใช้คอลัมน์ที่เป็นตัวเลขจะมีตำแหน่งหรือจำนวนหลักที่แน่นอนกว่าตัวอักษร หรือในตัวอย่างรูปคีย์คู่แข่งของตารางCustomer ควรเลือกคอลัมน์ CustomerID มาเป็นคีย์หลัก เนื่องจากเป็นค่าประจำตัวของลูกค้า ในขณะที่คอลัมน์ CustomerName ซึ่งเก็บชื่อของลูกค้า อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ง่ายกว่าเป็นต้น

Order Details Table – Primary Key (OrderID,ProductID)

CustomerID	ProductID	Quantity
1000	TVC100	10
1000	RFG100	5
1000	WAM105	3
1001	IRN110	20
1001	RFG100	8
1002	TVC108	7
1003	WAM104	15

รูปที่ 3.3 รูปคีย์หลักที่ประกอบกันระหว่าง 2 คอลัมน์

ภายในตารางหนึ่งๆ อาจไม่สามารถหา คีย์หลักที่มาจากคอลัมน์เดี่ยวๆ (Simple Key) ได้ ดังนั้นจึงอาจต้องใช้มากกว่า 1 คอลัมน์มาประกอบกันเพื่อทำหน้าที่บอกความแตกต่าง ดังตาราง Order Details ในตัวอย่างรูปคีย์หลักที่ประกอบกันระหว่าง 2 คอลัมน์ ซึ่งได้ใช้ทั้งคอลัมน์ OrderID และ ProductIDมาร่วมกันทำหน้าที่เป็นคีย์หลักของตารางได้ โดยอาจเรียกคีย์ที่กล่าวถึงนี้ว่าคีย์รวม (Composite Key หรือ Combine Key)

คีย์นอก (Foreign Key)

เป็นคอลัมน์ที่ไม่ใช่คีย์หลักของตารางหนึ่งแต่กลายเป็นคีย์หลักให้กับอีกตารางหนึ่งได้ ตัวอย่างดังรูปความสัมพันธ์ระหว่างคีย์นอกและคีย์หลัก จะพบว่าตาราง Order มีคีย์นอกคือ คอลัมน์ CustomerID ซึ่งค่าในคอลัมน์นี้มาจากคีย์หลักของตาราง Customer โดยมีชื่อคอลัมน์เหมือนกันคือ CustomerID

Order Table – Primary Key (OrderID), Foreign Key (CustomerID)

OrderID	OrderDate	CustomerID
1000	10/07/2001	5555
1001	12/07/2001	5666
1002	12/07/2001	5999
1003	15/07/2001	5999

รูปที่ 3.4 รูปความสัมพันธ์ระหว่างคีย์นอกและคีย์หลัก

Customer Table – Primary Key (CustomerID)

CustomerID	CustomerName	Customer/Address
5555	สมพร	17 หมู่ 10 บางซื่อ กทม. 12345
5666	สมใจ	20 หมู่ 3 บางบอน กทม. 18999
5999	รัตนา	35 หมู่ 5 บางปูลุ สมุทรปราการ 204444

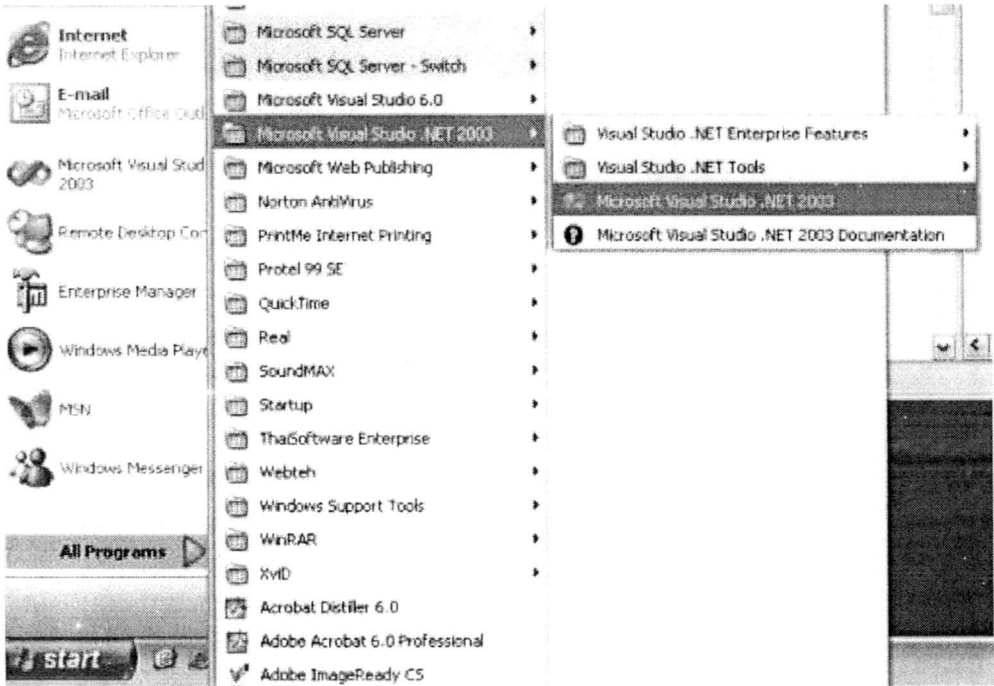
รูปที่ 3.5 รูปความสัมพันธ์ระหว่างคีย์นอกและคีย์หลัก

นอนคีย์ (Non Key)

คือคอลัมน์ที่ไม่ใช่ส่วนใดส่วนหนึ่งของคีย์คู่แข่ง หรือคีย์หลักเลย

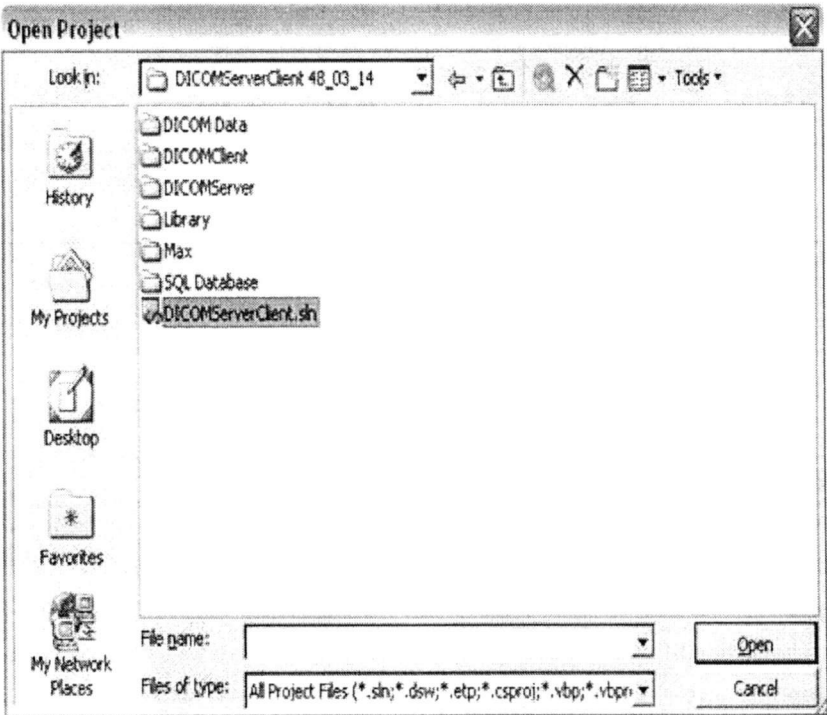
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง

1. เปิดโปรแกรมโดยคลิก(Click) start →Microsoft Visual Studio.NET 2003 → Microsoft Visual Studio.NET 2003 ดังรูปที่ 4.1



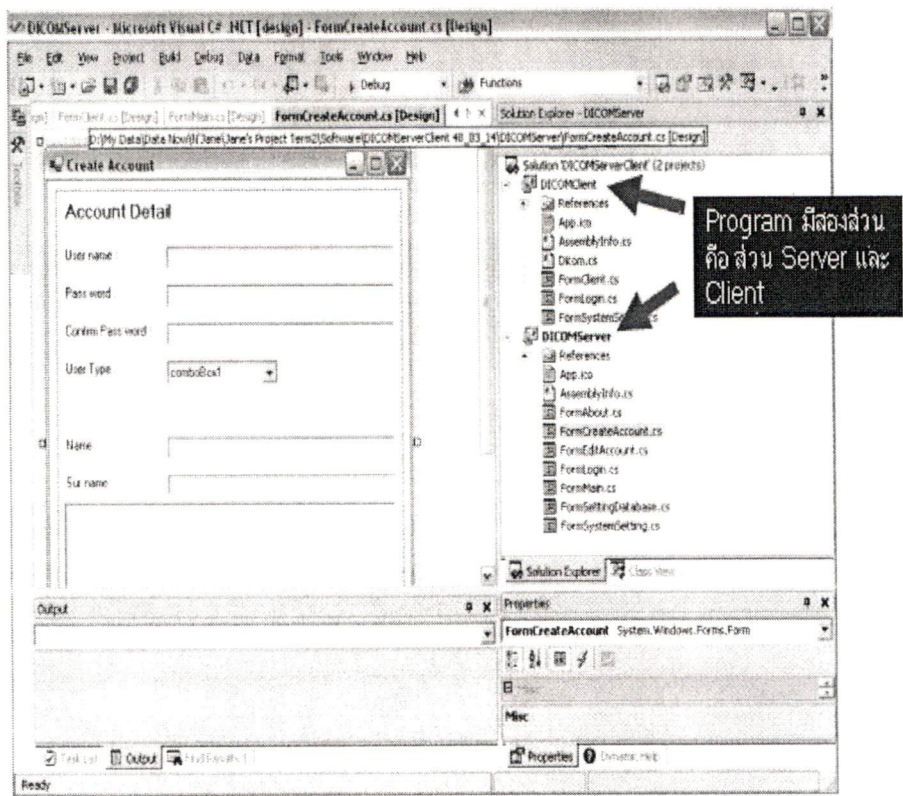
รูปที่ 4.1 เปิดโปรแกรม Microsoft Visual Studio.NET 2003

2. เปิดโปรแกรมโดยเลือกไฟล์ *.sln ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 แสดงการเลือกไฟล์ *.sln

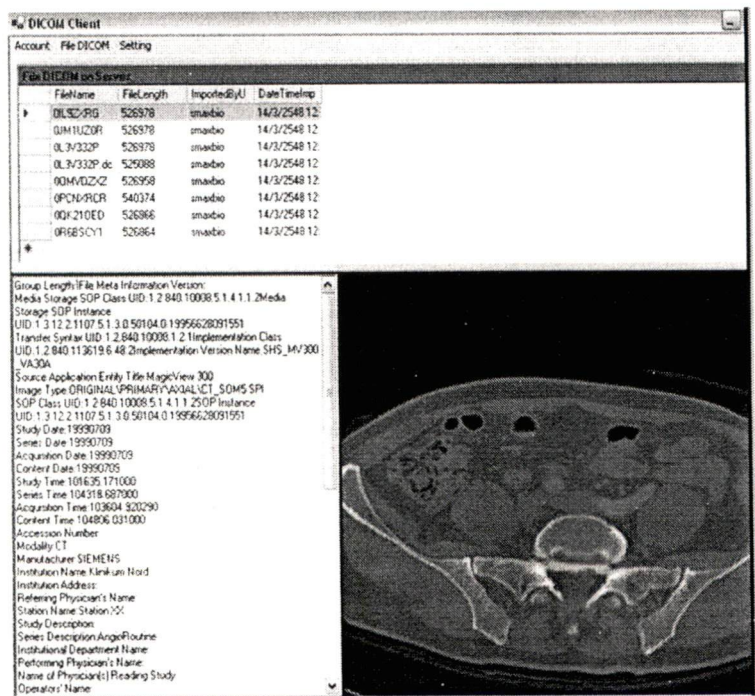
3. โปรแกรมจะแบ่งเป็น 2 ส่วนคือส่วน Server และส่วน Client ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 แสดงโปรแกรมส่วน Server และส่วน Client

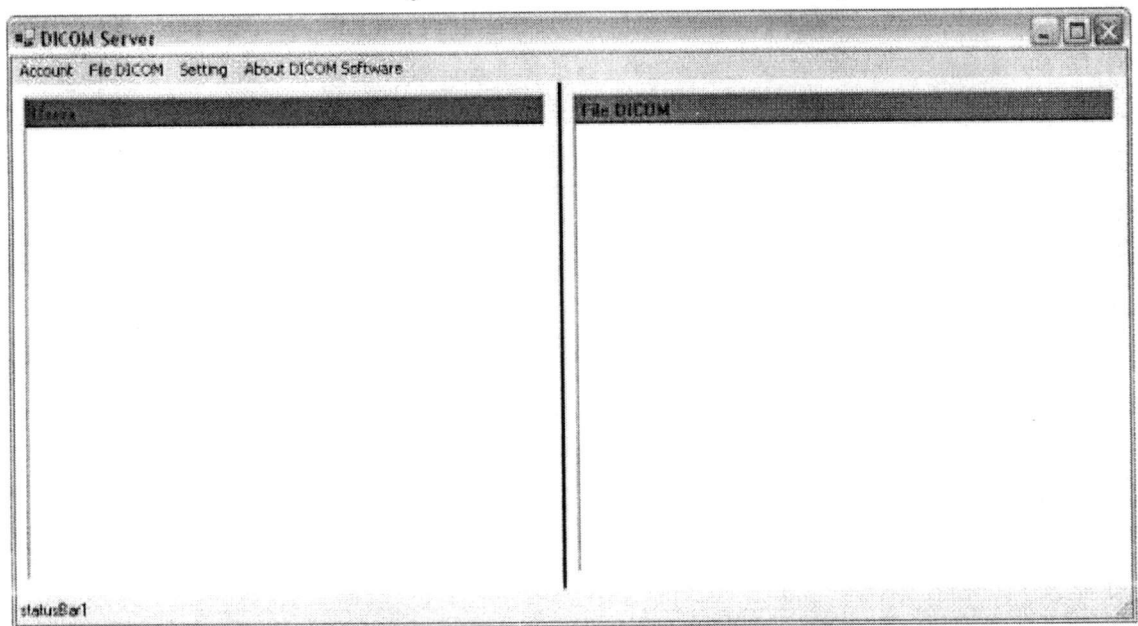
4. ส่วนของ Client แสดงชื่อไฟล์โคดคอมพร้อมทั้งสามารถแสดงข้อมูล (Text) และภาพ (Image) โคดคอมได้ดังรูปที่

4.4



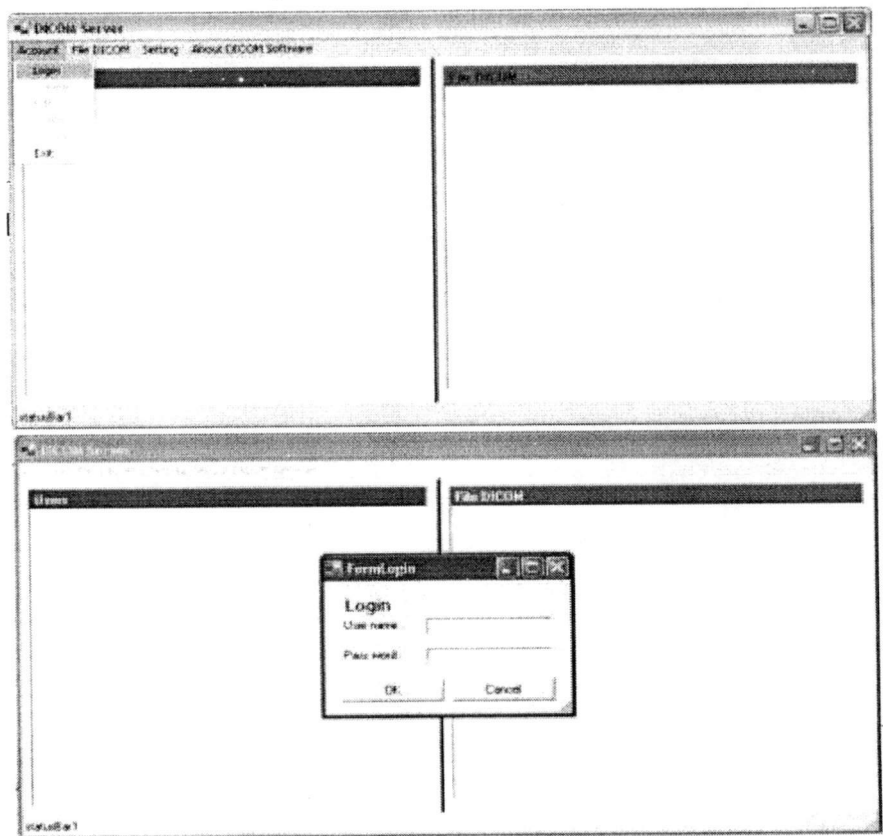
รูปที่ 4.4 แสดงส่วน Client

5. รูปที่ 3.5 ส่วน Server ด้านซ้ายแสดงชื่อผู้ใช้ (User) ด้านขวาแสดงไฟล์ไดคอม รูปที่ 4.5



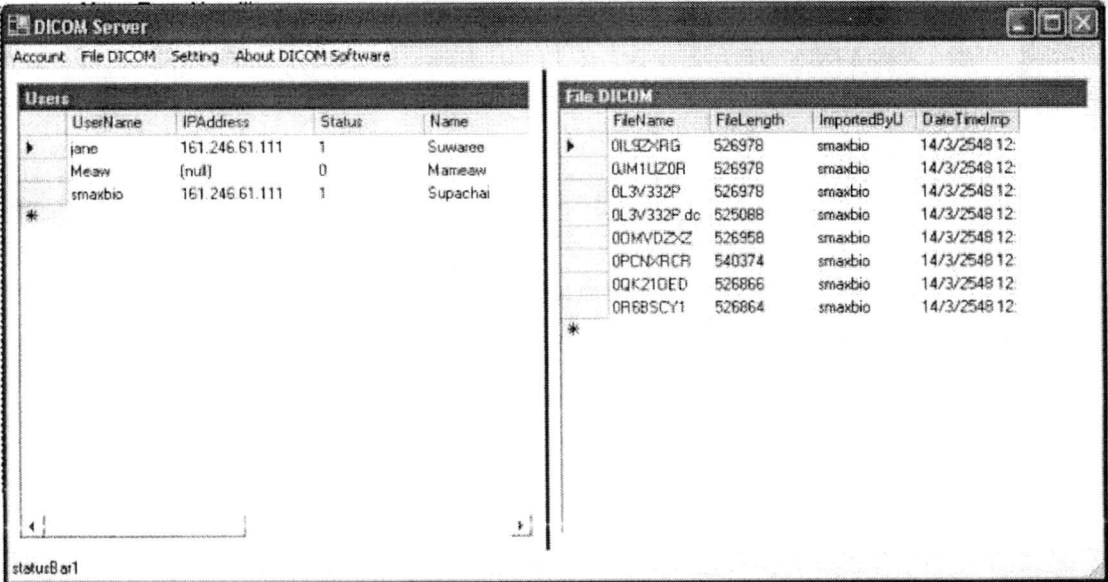
รูปที่ 4.5 แสดงส่วน Server

6. log in เพื่อเข้าใช้งานในส่วน Server ดังรูปที่ 4.6



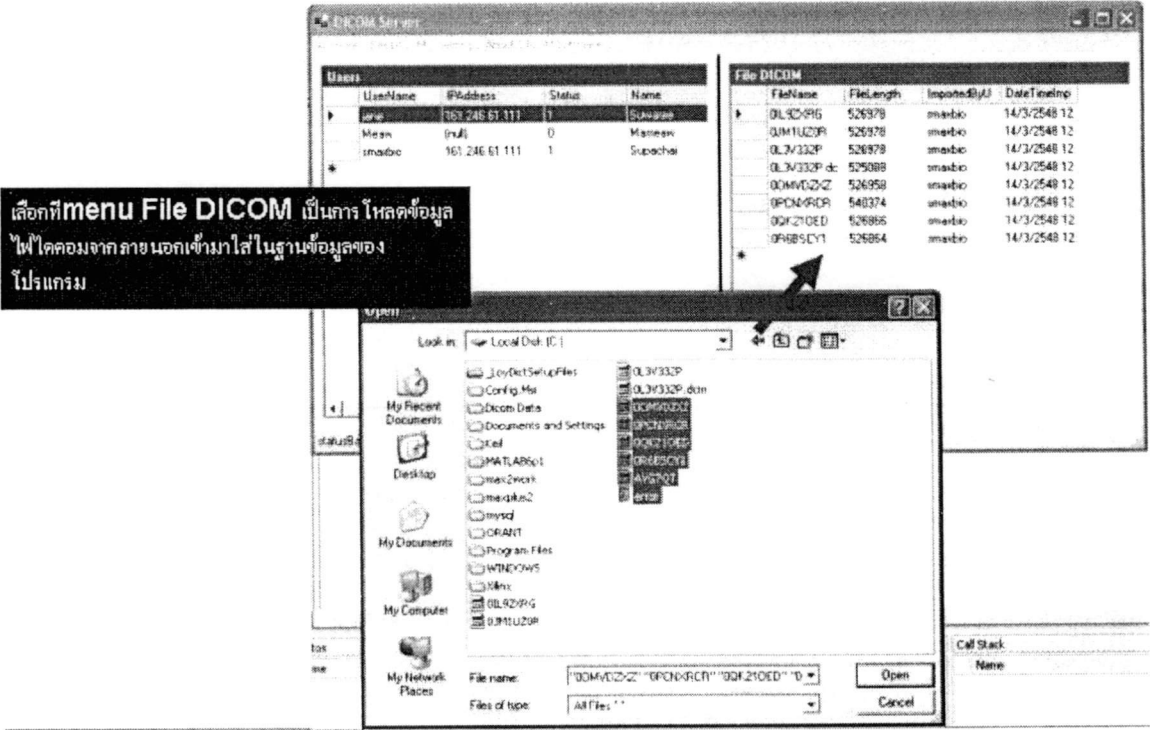
รูปที่ 4.6 แสดงการเข้าใช้งานในส่วน Server

7. รูปที่ 4.7 ด้านซ้ายแสดงชื่อ User ที่เข้าใช้งาน โดยแสดงค่า Status เป็น 1 เมื่อมีผู้ใช้งาน user นั้น ด้านขวาแสดงไฟล์โคคมในเครื่อง Server



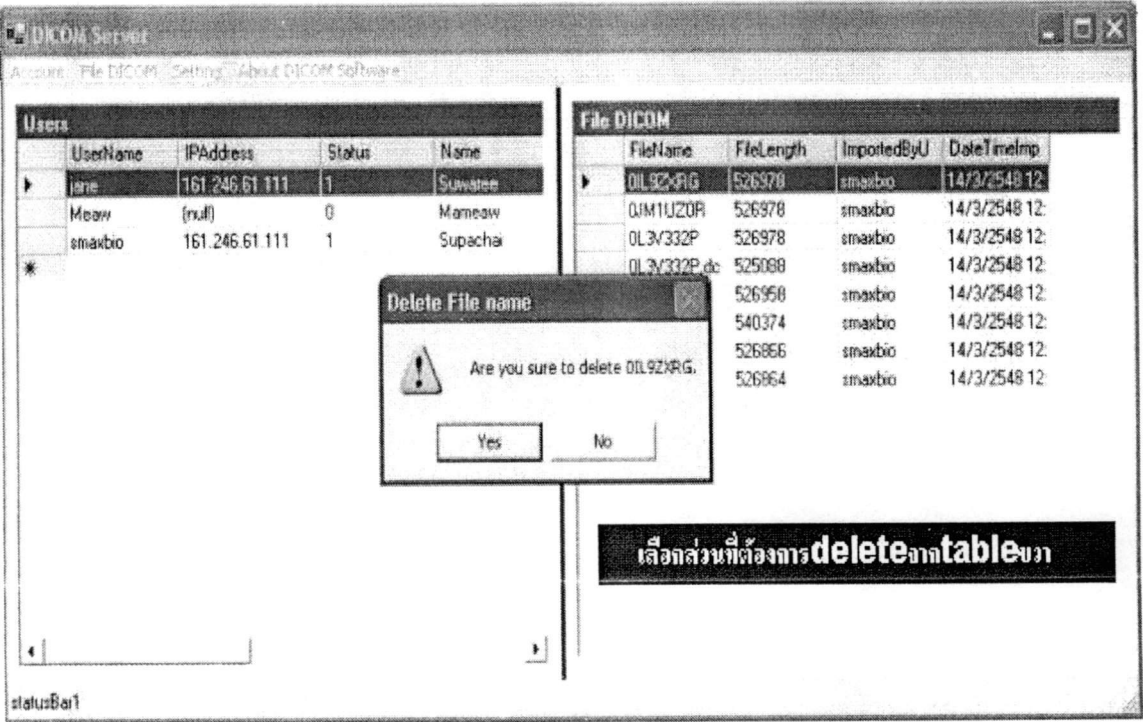
รูปที่ 4.7 ส่วน Server แสดง Userที่กำลังใช้งานและแสดงไฟล์โคคม

8. โหลดไฟล์โคคมลงในส่วน Server โดยเลือกที่ File DICOM แล้วเลือกไฟล์ที่ต้องการใส่ในฐานข้อมูล ดังรูปที่ 4.8



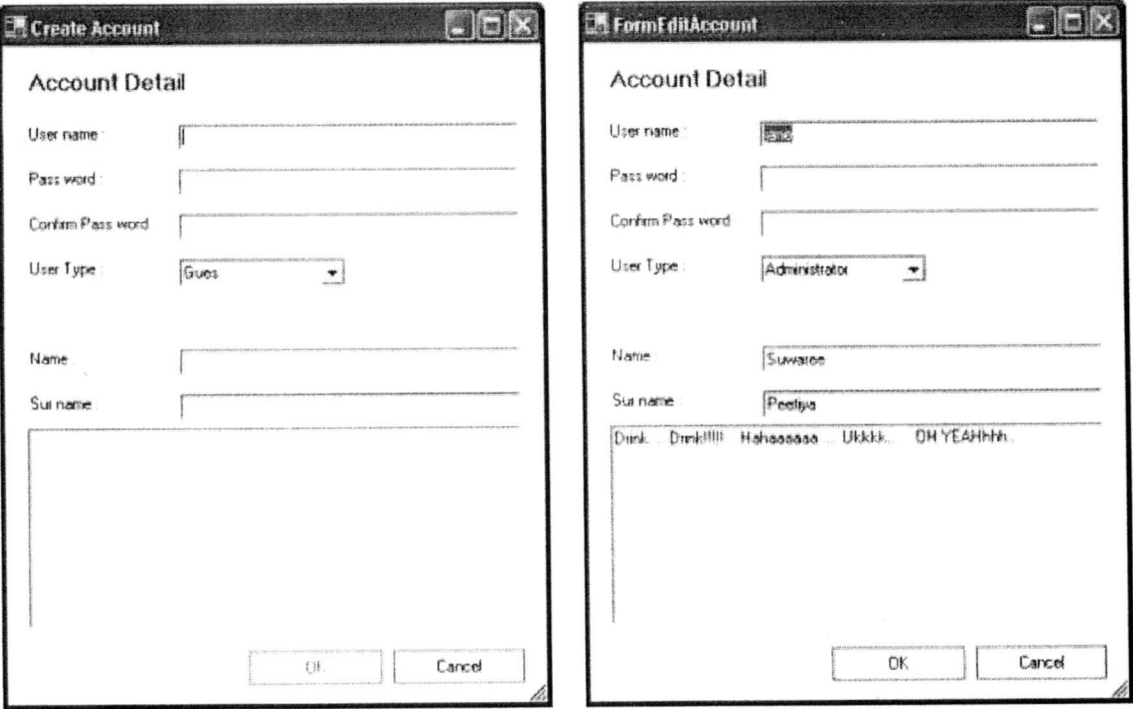
รูปที่ 4.8 แสดงการโหลดไฟล์โคคมลงในฐานข้อมูล

9. ลบไฟล์ไดคอมโดยเลือกไฟล์ที่ต้องการแล้วกด Delete ดังรูปที่ 4.9



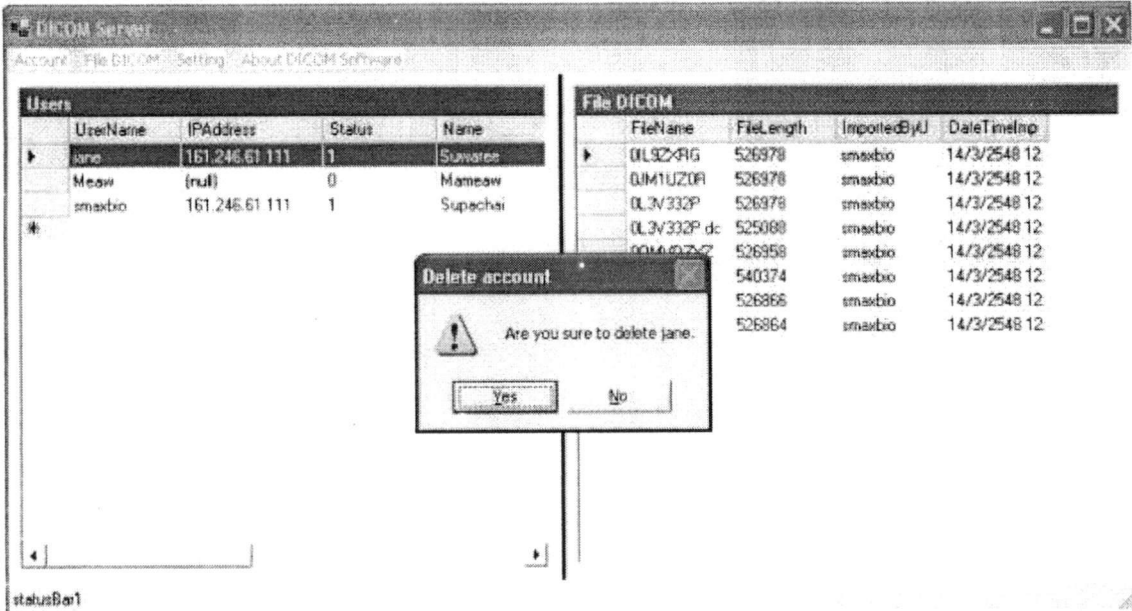
รูปที่ 4.9 แสดงการลบไฟล์ไดคอมลงในฐานข้อมูล

10. สร้างและแก้ไข Account ได้โดยเลือกที่ Account จะปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ 4.10



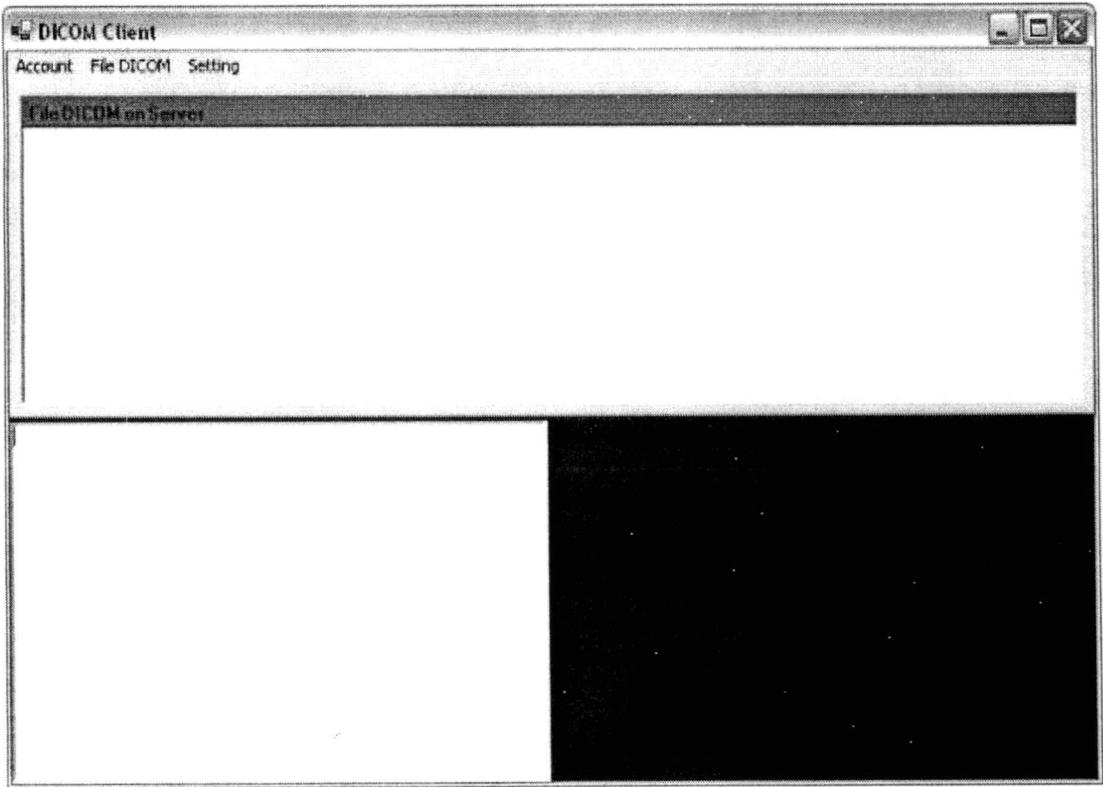
รูปที่ 4.10 แสดงการสร้างและแก้ไข Account

11. ลบ Account ได้โดยเลือก Accountที่ต้องการ จากนั้นเลือก Delete ดังรูปที่ 4.11



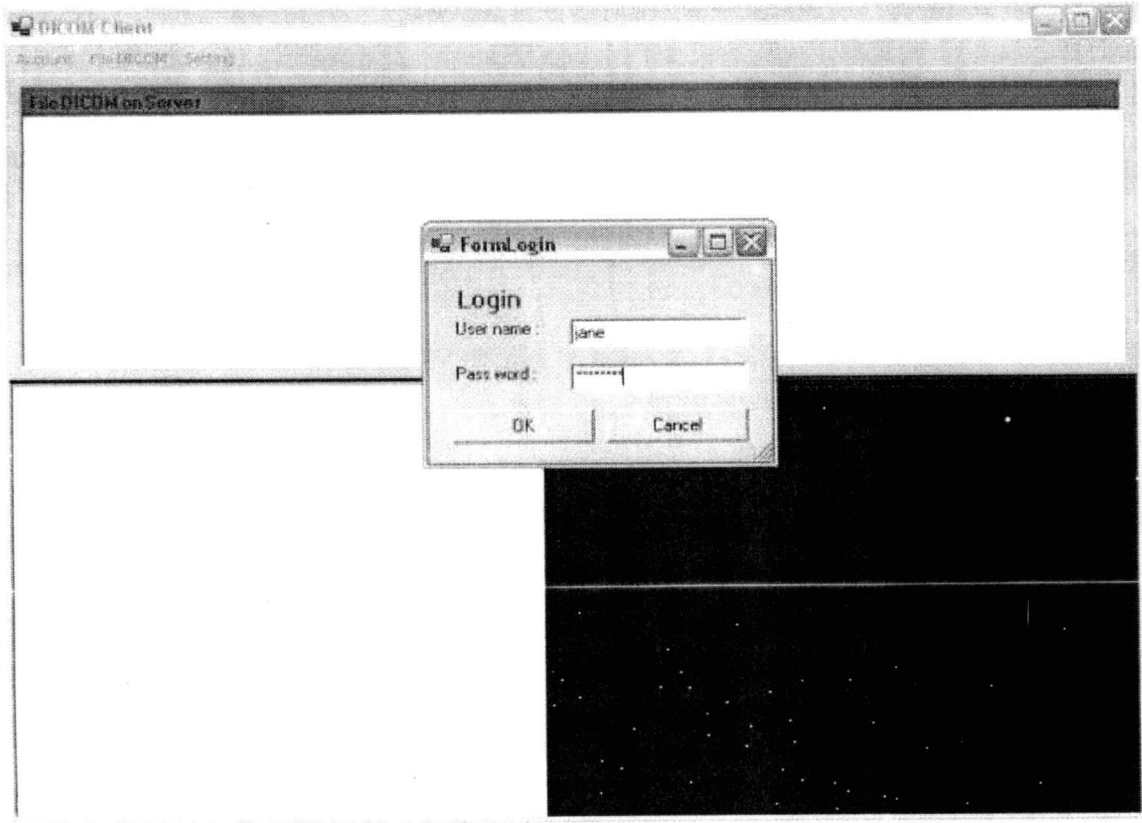
รูปที่ 4.11 แสดงการลบ Account

12. ส่วน Client เมื่อเริ่ม run โปรแกรมจะได้ผลดังรูปที่ 4.12



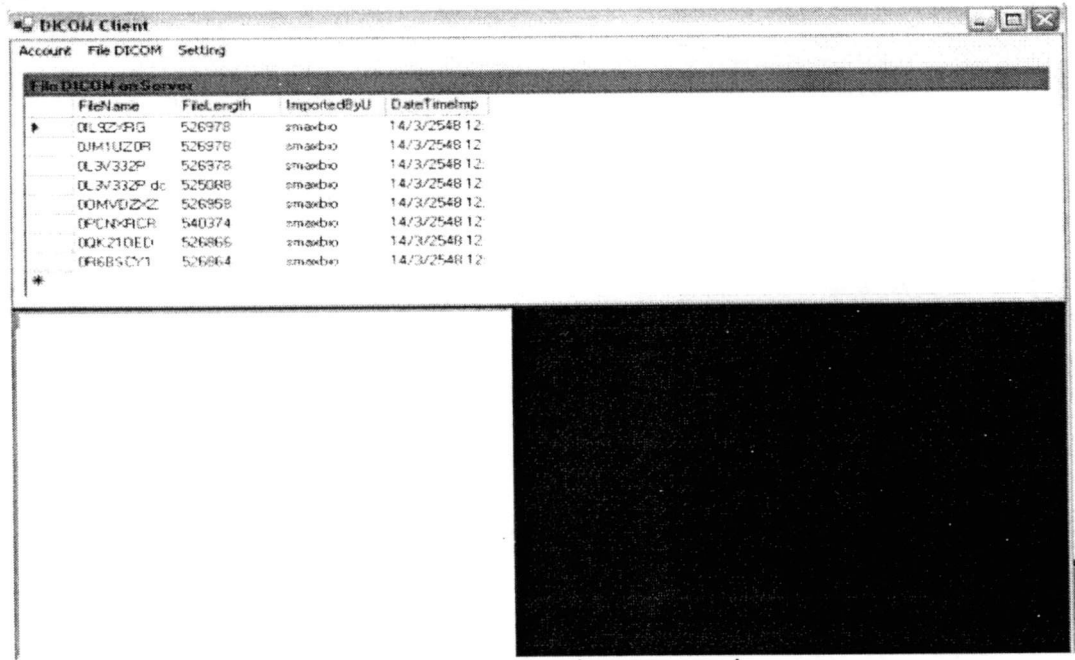
รูปที่ 4.12 แสดงการแสดงผลของ Client

13. เข้า log in ส่วนของ client โดยใส่ User name และ Pass word ดังรูปที่ 4.13



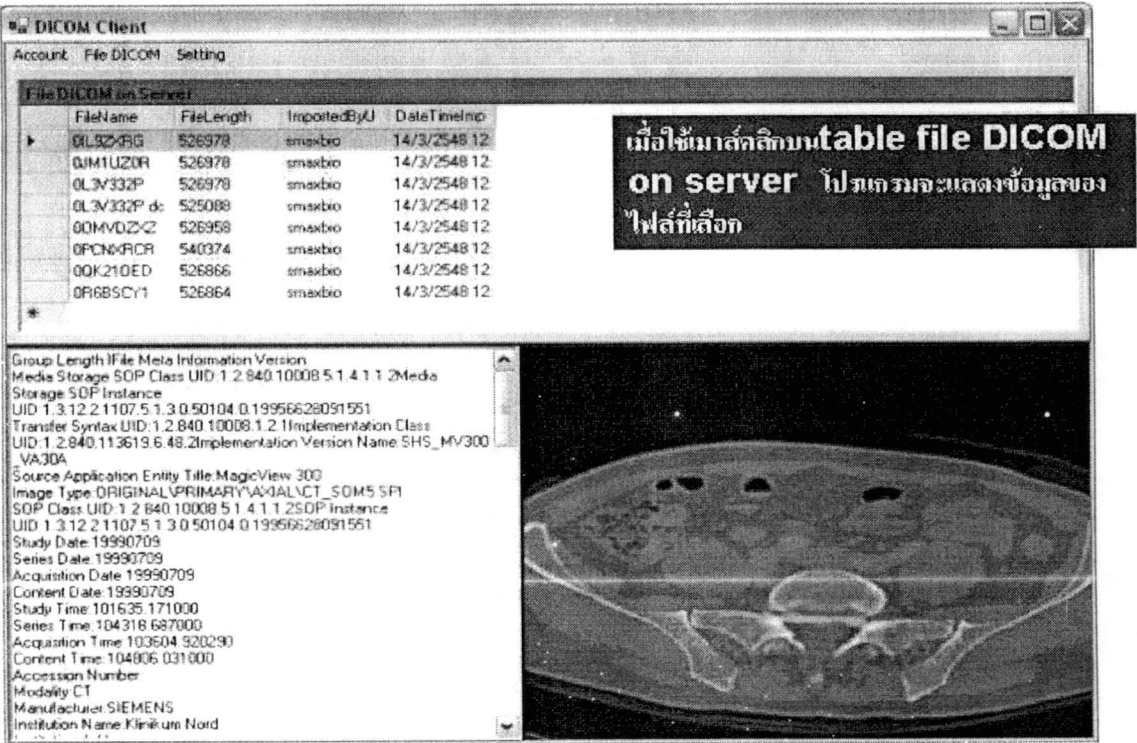
รูปที่ 4.13 แสดงการเข้าใช้งานของ User

14. เมื่อ log in แล้ว ด้านบนจะแสดงชื่อไฟล์ทั้งหมด ดังรูปที่ 4.14



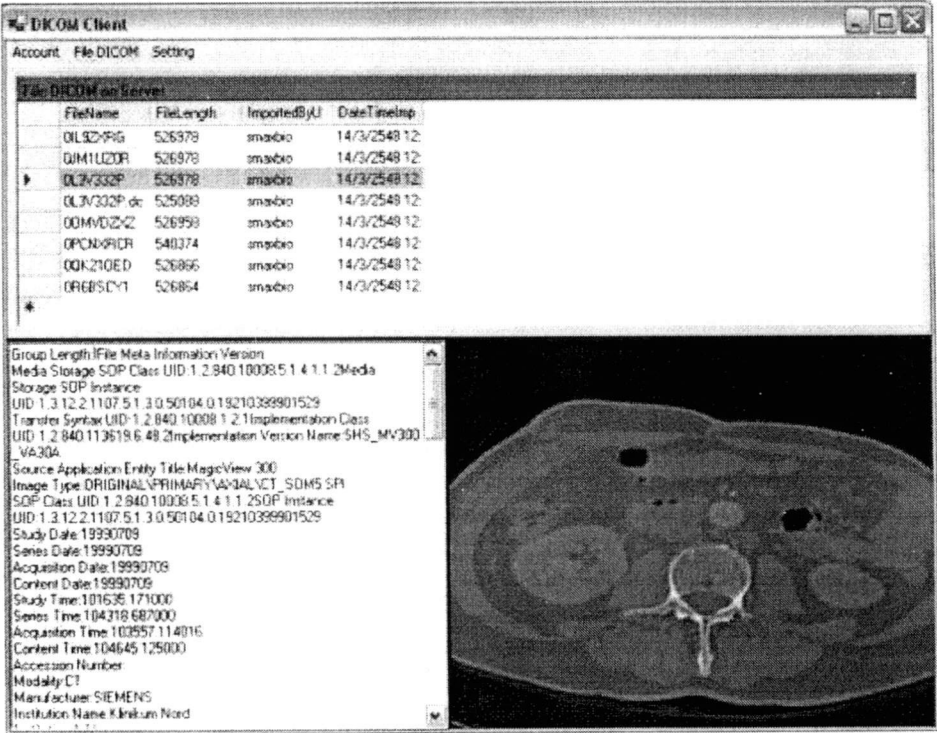
รูปที่ 4.14 แสดงไฟล์ไดค้อมที่โหลดเข้ามาเมื่อ Lig in

15. เปิดดูข้อมูลใดคอมโดยเลือกไฟล์ใน table File DICOM on Server ดังรูปที่ 4.15

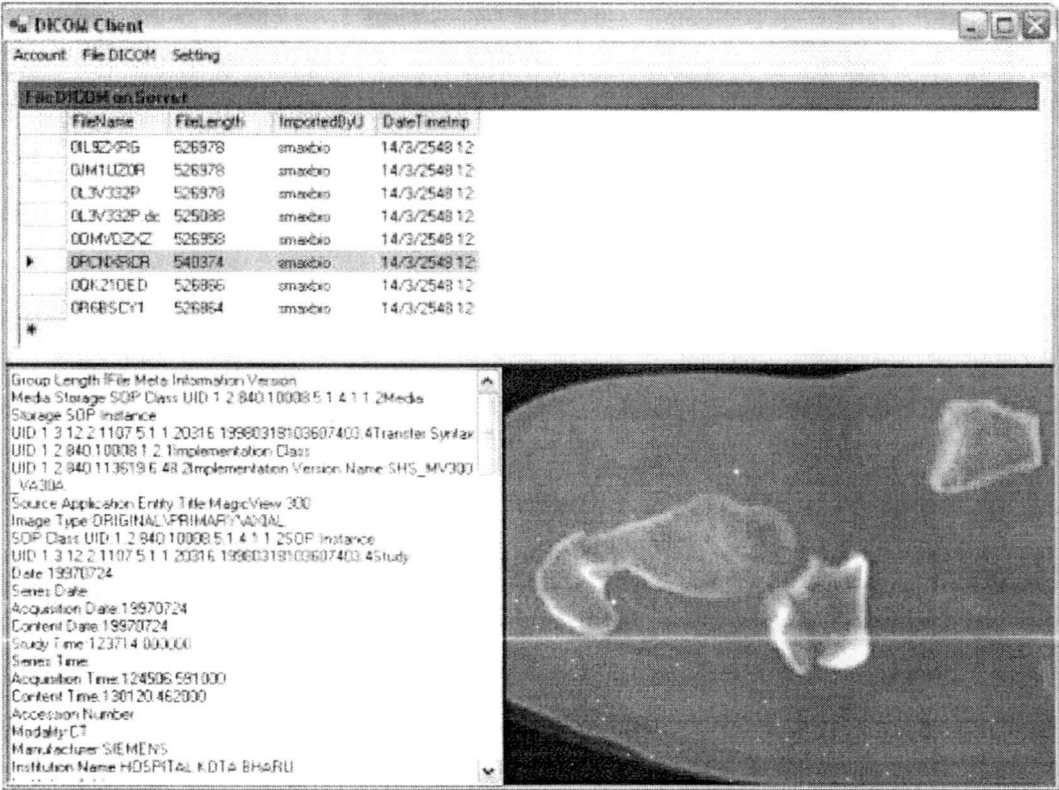


รูปที่ 4.15 แสดงการเลือกไฟล์ใดคอม

16. ข้อมูลใดคอมโดยแสดงทั้งส่วนข้อมูล(Text) และภาพ (Image) ดังรูปที่ 4.16.1 และ รูปที่ 4.16.2

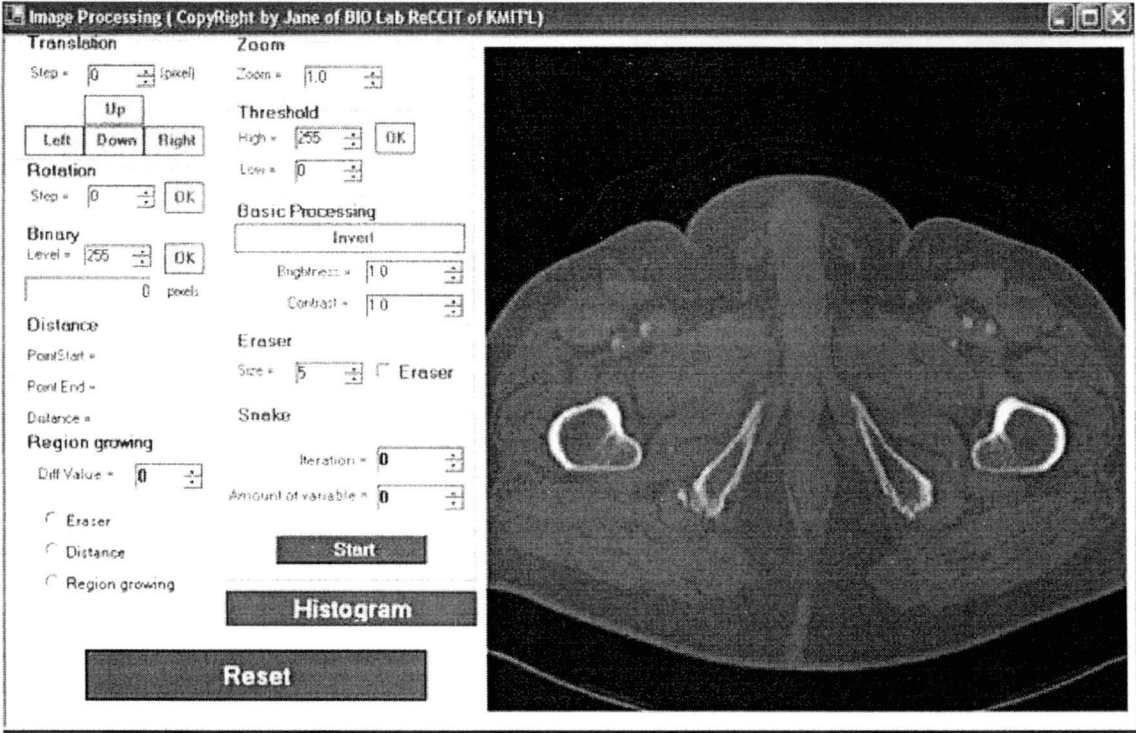


รูปที่ 4.16.1 แสดงผลที่ได้จากการเปิดไฟล์ใดคอม



รูปที่ 4.16.2 แสดงผลที่ได้จากการเปิดไฟล์ไดค้อม

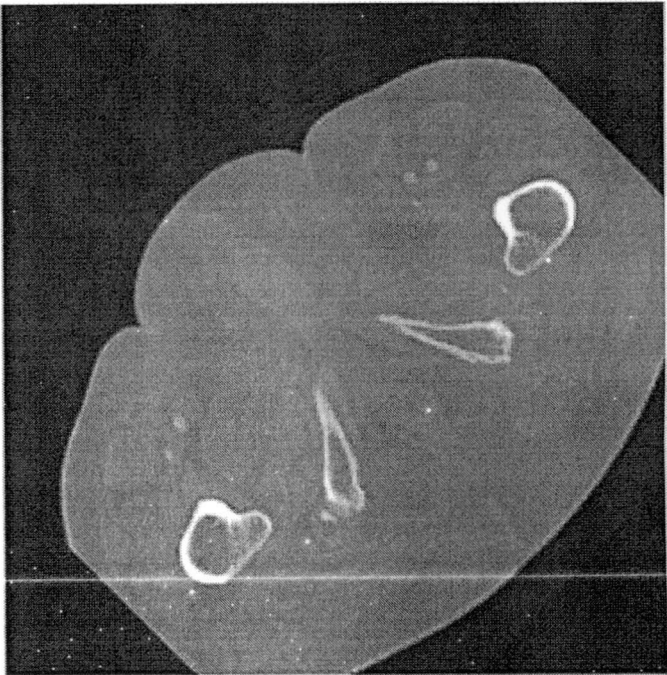
17. รูปก่อนนำมาทำการปรับปรุงภาพ แสดงในรูปที่ 4.17



รูปที่ 4.17 แสดงภาพก่อนนำมาทำการปรับปรุงภาพ

18.ผลจากการหมุนภาพ (Rotation) โดยการใส่ค่า step และคลิกปุ่ม OK แสดงในรูปที่ 4.18

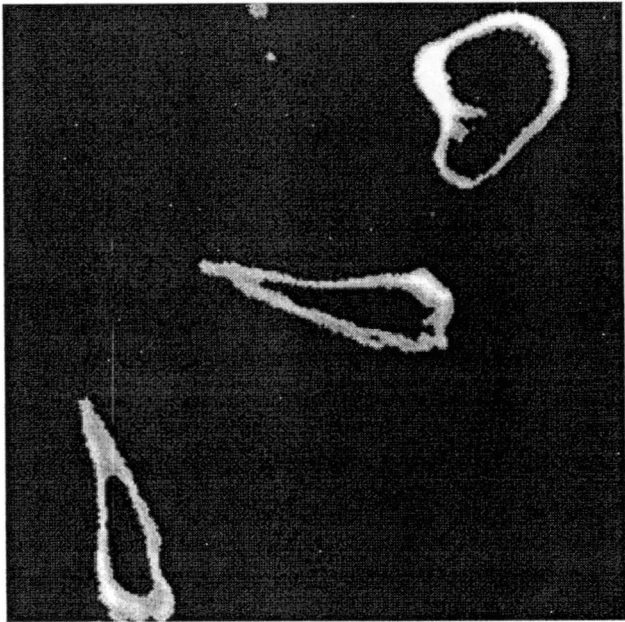
Rotation
Step = 45 OK



รูปที่ 4.18 แสดงผลจากการหมุนภาพ (Rotation)

19. ผลจากการ Zoom โดยการใส่จำนวนเท่าของการ Zoom แสดงในรูปที่ 4.19

Zoom
Zoom = 20



รูปที่ 4.19 แสดง ผลจากการ Zoom

บทที่ 5 สรุปผลและวิจารณ์

สรุปผลและวิจารณ์

โปรแกรม แบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วนคือ

1. ส่วน server สามารถทำงานได้ดังนี้

1.1 การจัดการกับ account สามารถสร้าง (create) account, แก้ไข (edit) account และ ลบ (delete) account ได้

1.2 การจัดการกับไดคอมไฟล์ สามารถโหลด (import) DICOM file และลบ (delete) DICOM file ได้

2. ส่วน client สามารถทำงานได้ดังนี้

2.1 การจัดการไดคอมไฟล์ สามารถโหลด (import) DICOM file จาก เครื่อง server และเก็บ (export) DICOM file ในรูปแบบ DICOM file, Bitmap, JPEG ได้

2.2 การแสดงผล (DICOM viewer) มีการแสดงส่วนข้อมูลที่เป็นตัวอักษร (text) และ ส่วนที่เป็นรูปภาพ (image) โดยส่วนที่เป็นรูปภาพ สามารถปรับปรุงภาพได้ ดังนี้

1. การเลื่อนรูป (Translation) เป็นการเลื่อนภาพทั้งภาพโดยใส่จำนวนพิกเซลที่ต้องการเลื่อนแล้ว กด Up, Left, Down หรือ Right ตามทิศทางที่ต้องการ

2. การหมุนภาพ (Rotation) สามารถหมุนภาพได้โดยกำหนดมุมที่ต้องการ

3. การทำเทรชโฮล(Threshold) แสดงผลในช่วงค่าสีระหว่างค่าสีต่ำมากและค่าสีต่ำน้อย

4. การขยายภาพ(Zoom) ขยายขนาดวัตถุโดยใส่จำนวนเท่า

5. การวัดระยะทาง (Distance) วัดระยะทางจาก PointStart ถึง PointEnd

6. การจัดการภาพ (Basic processing)

การปรับขาว-ดำ (Contrast) ปรับคอนทราสต์ของภาพ โดยการใส่ค่าความชัน

การปรับความสว่างของภาพ (Brightness) ปรับความสว่างของภาพโดยกดลูกศรขึ้น-ลง

7. การลบภาพ (Erase) เลือกลบภาพในส่วนที่ต้องการ สามารถกำหนดขนาดของยางลบได้

8. การแบ่งออกเป็นส่วน (Segmentation) สามารถดึงส่วนที่ต้องการในรูปออกมาแสดงผลได้ โดยส่วนที่ไม่ต้องการจะแสดงด้วยสีดำ

เอกสารอ้างอิง

1. Pearson Education Indochina.Ltd (2004) “computer networks” ANDREW S. TANENBAUM.
2. Pearson Education, Inc. (2003) “Computer Networking” James F. Kurose & Keith W. Ross.
3. บริษัท ซีอีเคยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) “คัมภีร์การใช้ Visual c# ฉบับสมบูรณ์” Karil Watson และคณะ.
4. บริษัท ดวงกมลสมัย จำกัด (2544) “พื้นฐานการเขียนสคริปต์และสร้าง Web Application ด้วย PHP&MySQL” วรณิกา เนตรงาม.
5. “เอกสารประกอบการสอนวิชา Digital Image Processing” ผศ.ดร.ชูชาติ ปิ่นทวิรุจน์
6. www.psychology.nottingham.ac.uk/staff/cr1/dicom.html
7. <ftp://nema.org/medical/dicom/final>