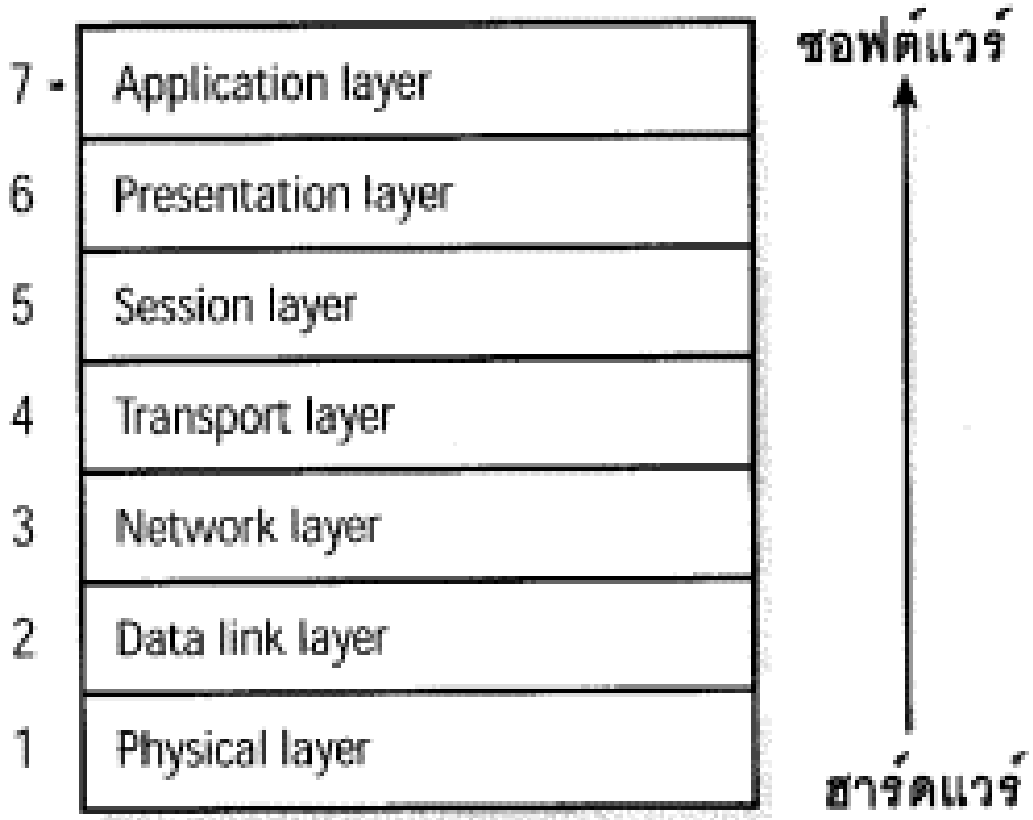
มาตรฐานการสื่อสารข้อมูล

การกำหนดมาตรฐานของการสื่อสารข้อมูลนั้น นับว่ามีความจำเป็นอย่างมากสำหรับระบบเครือข่ายที่มีองค์ประกอบของอุปกรณ์ต่างๆ หลากหลายผู้ผลิต ซึ่งอุปกรณ์ทั้งหมดเหล่านั้นจะต้องทำงานเข้ากันได้อย่างราบรื่น การกำหนดมาตรฐานต่างๆ นั้นจะเริ่มตั้งแต่โครงสร้างพื้นฐานของฮาร์ดแวร์ระบบเครือข่าย ได้แก่ ระบบสายเคเบิล อุปกรณ์ในการส่งสัญญาณข้อมูล ตลอดจนถึง เครื่องเซิร์ฟเวอร์ และซอฟต์แวร์ในการสื่อสารบนระบบเครือข่าย เพื่อเป็นการรับประกันว่าส่วนประกอบต่างๆ จะสามารถทำงานร่วมกันได้ ผู้ผลิตฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ระบบเครือข่าย จะต้องทำตามคำแนะนำตามมาตรฐานการออกแบบและสร้างผลิตภัณฑ์ ซึ่งกำหนดขึ้นโดย องค์กรมาตรฐานสากล (International Organization for Standardization - ISO) โดยมาตรฐานที่กำหนดขึ้นและได้ประกาศใช้ตั้งแต่ปี คศ.1984 เรียกว่า Open Systems Interconnection Reference Model เรียกสั้นๆ ว่า OSI Reference Model หรือ ISO/OSI Model

แบบจำลอง OSI

OSI Reference Model เป็นการกำหนดชุดของคุณลักษณะเฉพาะที่ใช้อธิบายโครงสร้างของระบบเครือข่าย โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อให้ผู้ผลิตฮาร์ดแวร์หรือซอฟต์แวร์ใดๆ ใช้เป็นโครงสร้างอ้างอิงในการสร้างอุปกรณ์ให้สามารถทำงานร่วมกันได้อย่างดีบนระบบเครือข่าย โดยมีการจัดแบ่งเลเยอร์ของ OSI ออกเป็น 7 เลเยอร์ แต่ละเลเยอร์จะมีการโต้ตอบหรือรับส่งข้อมูลกับเลเยอร์ที่อยู่ข้างเคียงเท่านั้น โดยเลเยอร์ที่อยู่ชั้นล่างจะกำหนดลักษณะของอินเตอร์เฟซ เพื่อให้บริการกับเลเยอร์ที่อยู่เหนือขึ้นไปตามลำดับขั้น เริ่มตั้งแต่ส่วนล่างสุดซึ่งเป็นการจัดการลักษณะทางกายภาพของฮาร์ดแวร์และการส่งกระแสของข้อมูลในระดับบิต ไปสิ้นสุดที่แอพพลิเคชั่นเลเยอร์ในส่วนบนสุด



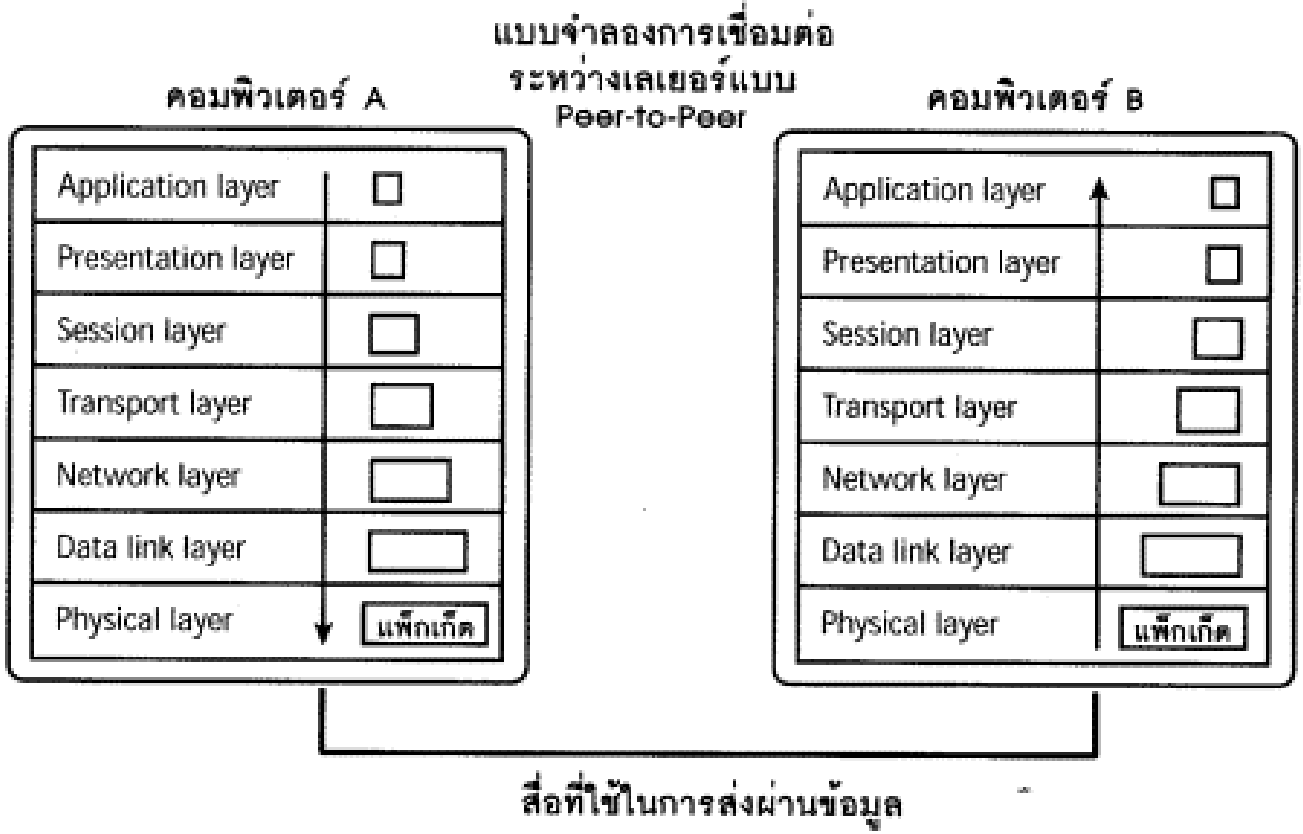
รูปที่ 1 OSI Reference Model

หลักการออกแบบเลเยอร์

- แต่ละเลเยอร์จะมีการกำหนดการทำงานอย่างละเอียดโดยมีการทำงานเป็นอิสระไม่ขึ้นต่อกัน
- ฟังก์ชันภายในเลเยอร์จะพยายามมุ่งไปสู่ข้อกำหนดมาตรฐาน (standard protocol)
- ขอบเขตของเลเยอร์จะถูกเลือกและจำกัดให้มีปริมาณการเชื่อมต่อระหว่างเลเยอร์ให้น้อยที่สุด
- จำนวนของเลเยอร์ต้องมากพอที่จะแยกฟังก์ชั่นที่จำเป็นและแตกต่างกันไม่ให้อยู่ในเลเยอร์เดียวกัน

การทำงานของ OSI Reference Model

การที่แพ็กเก็ตข้อมูลเดินทางจากเครื่องคอมพิวเตอร์ A ไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ B นั้น มีกระบวนการทำงานดังนี้



รูปที่ 2 การส่งแพ็กเก็ตใน OSI Reference

จากแผนผัง คอมพิวเตอร์ A และคอมพิวเตอร์ B มีโครงสร้างเป็น OSI ซึ่งมี 7 เลเยอร์ เมื่อเครื่องคอมพิวเตอร์ A พร้อมที่จะส่งสัญญาณข้อมูลไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ B นั้น แต่ละเลเยอร์ในเครื่องคอมพิวเตอร์ A จะเสมือนกับว่ามีการสื่อสารกับเลเยอร์ในระดับเดียวกันบนเครื่องคอมพิวเตอร์ B ถึงแม้ว่าจะไม่มีการสื่อสารระหว่าง เลเยอร์เหล่านี้เกิดขึ้นจริง แต่เลเยอร์ในระดับต่างๆ บนเครื่องคอมพิวเตอร์ทั้งคู่นั้นจะทำตามกฎเกณฑ์หรือโปรโตคอล (protocol) อย่างเดียวกัน เพื่อให้มั่นใจได้ว่าแต่ละเลเยอร์บนเครื่องคอมพิวเตอร์ฝ่ายผู้รับจะได้รับแพ็กเก็ตข้อมูล แบบเดียวกันกับแพ็กเก็ตข้อมูลที่รวบรวม โดยแต่ละเลเยอร์บนเครื่องคอมพิวเตอร์ฝ่ายผู้ส่ง โดยแพ็กเก็ตข้อมูลจะเริ่มที่ระดับสูงสุดคือ Application Layer บนเครื่องคอมพิวเตอร์ A และเคลื่อนลงมาทีละระดับชั้นจนมาถึงชั้นล่างสุดคือ Physical Layer การที่แพ็กเก็ตเคลื่อนผ่านจากระดับหนึ่งไปยังระดับถัดไปนั้นจะมีการกำหนดที่อยู่ การจัดรูปแบบของข้อมูลและอื่นๆ ซึ่งแต่ละเลเยอร์จะเป็นตัวจัดการและมีกระบวนการของตนเอง เมื่อแพ็กเก็ตเคลื่อนตัวลงมาถึง Physical Layer ก็จะถูกแปลงให้เป็นกระแสข้อมูลแบบอนุกรมและส่งผ่านสื่อกลางคือสายสัญญาณ ซึ่งเป็นเลเยอร์เดียวที่เครื่องคอมพิวเตอร์ A สื่อสารกับเครื่องคอมพิวเตอร์ B

และเมื่อสัญญาณข้อมูลมาถึงเครื่องคอมพิวเตอร์ B กระบวนการก็จะเริ่มทำในทางตรงข้าม คือจะทำการแยกแพ็กเก็ตออกผ่าน OSI ทั้ง 7 เลเยอร์ ส่งย้อนกลับขึ้นไปยัง Application Layer ของเครื่องคอมพิวเตอร์ B เมื่อแพ็กเก็ตเดินทางผ่านเลเยอร์ระดับต่างๆ แต่ละเลเยอร์จะแยก ข้อมูลข่าวสารตามกำหนดที่อยู่ และการจัดรูปแบบของแพ็กเก็ต จนเมื่อมาถึงเลเยอร์ระดับสูงสุดคือ Application Layer ก็จะเหลือเฉพาะข้อมูลที่เหมือนกับบน Application Layer ของเครื่องคอมพิวเตอร์ A

เลเยอร์ 2: Data Link Layer

เลเยอร์นี้มีจุดประสงค์หลักคือพยายามควบคุมการส่งข้อมูลให้เสมือนกับว่าไม่มีความผิดพลาดเกิดขึ้น เพื่อให้เลเยอร์สูงขึ้นไปสามารถนำข้อมูลไปใช้ได้อย่างถูกต้อง วิธีการคือฝ่ายผู้ส่งจะทำการแตกข้อมูลออกเป็นเฟรมข้อมูล (data-frame) โดยจะต้องมีการกำหนดขอบเขตของเฟรม (frame boundary) โดยการเติมบิทเข้าไปยังจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของเฟรม จากนั้นทำการส่งเฟรมข้อมูลออกไปทีละชุด และรอรับการตอบรับ (acknowledge frame) จากผู้รับ ถ้าหากมีการสูญหายของเฟรมข้อมูล ซึ่งอาจเนื่องมาจากสัญญาณรบกวนจากภายนอกหรือข้อผิดพลาดอื่นๆ ในกรณีนี้ฝ่ายผู้ส่งจะต้องส่งเฟรมข้อมูลเดิมออกมาใหม่

เลเยอร์ 3: Network Layer

เป็นเลเยอร์ที่ทำหน้าที่หลักเกี่ยวข้องกับการหาเส้นทาง (routing) ในการส่งแพคเก็ตจากต้นทางไปยังปลายทาง ซึ่งจะมีการสลับช่องทางในการส่งข้อมูลหรือที่เรียกว่า **แพ็กเกตสวิตชิ่ง (packet switching)** มีการสร้างวงจรเสมือน (virtual circuit) ซึ่งคล้ายกับว่ามีเส้นทางเชื่อมโยงกันระหว่างคอมพิวเตอร์ 2 เครื่องให้ติดต่อสื่อสารถึงกันได้โดยตรง การกำหนดเส้นทางการส่งข้อมูลนั้นคอมพิวเตอร์ฝ่ายผู้ส่งอาจทำหน้าที่พิจารณาหาเส้นทางที่เหมาะสมในการส่งข้อมูล ตั้งแต่ต้น หรืออาจใช้วิธีแบบไดนามิกส์ (dynamic) คือแต่ละแพคเก็ตสามารถเปลี่ยนแปลงเส้นทางได้ตลอดเวลา นอกจากนี้เครื่องคอมพิวเตอร์ฝ่ายผู้ส่งยังมีหน้าที่ในการจัดการเรื่องที่อยู่ของเครือข่ายปลายทางโดยจะมีการแปลงที่อยู่แบบตรรกะ (logical address) ให้เป็นที่อยู่แบบกายภาพ (physical address) ซึ่งถูกกำหนดโดยการ์ดเชื่อมต่อระบบเครือข่าย

เลเยอร์ 4: Transport Layer

Transport Layer ทำหน้าที่เสมือนบริษัทขนส่งที่รับผิดชอบการจัดส่งข้อมูลโดยปราศจากความผิดพลาด ซึ่งมีหน้าที่หลักคือ การตรวจสอบและแก้ไขความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในข้อมูล คอยแยกแยะและจัดระเบียบของแพ็กเก็ต ข้อมูลให้จัดเรียงลำดับอย่างถูกต้อง และมีขนาดที่เหมาะสม นอกจากนี้ยังทำการผนวกข้อมูลทั้งหลายให้อยู่ในรูปของ วงจรเดียวหรือเรียกว่า**การมัลติเพล็กซ์ (multiplex)** และมีกลไกสำหรับควบคุมการไหลของข้อมูลให้มีความสม่ำเสมอ

เลเยอร์ 5: Session Layer

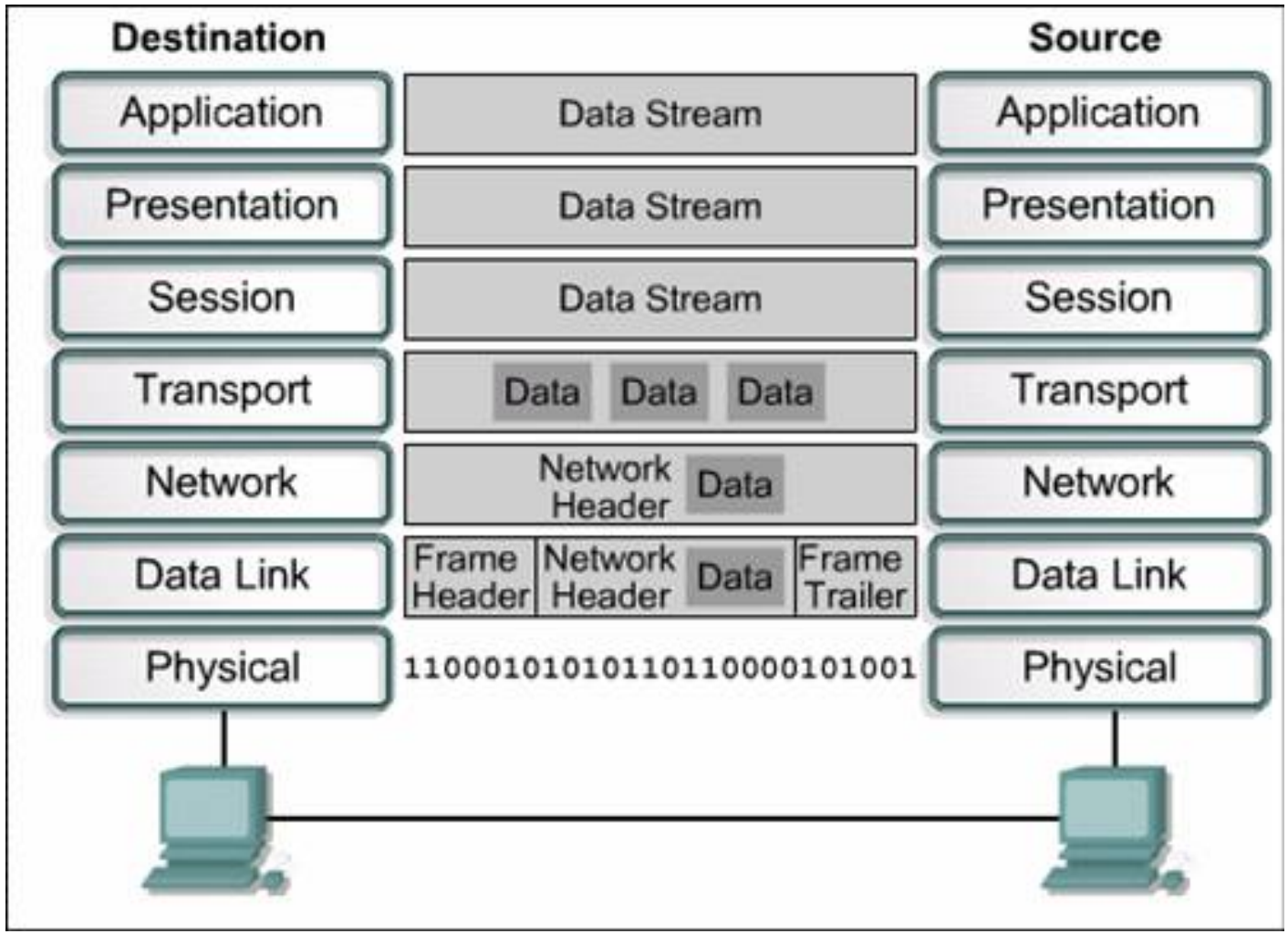
จากเลเยอร์ที่ผ่านมาจะเห็นว่าการทำงานต่างๆ จะเกี่ยวพันอยู่เฉพาะกับบิตและข้อมูลเท่านั้น โดยไม่ได้สนใจเกี่ยวกับสถานะภาพการใช้งานจริงของผู้ใช้แต่อย่างใด ซึ่งหน้าที่ดังกล่าวนี้จะเกิดขึ้นที่ Session Layer ในเลเยอร์นี้จะมีการให้บริการสำหรับการใช้งานเครื่องที่อยู่ห่างไกลออกไป (remote login) การถ่ายโอนไฟล์ระหว่างเครื่อง โดยจะมีการจัดตั้งการสื่อสารระหว่าง 2 ฝ่าย เรียกว่า Application Entities หรือ AE ซึ่งเทียบได้กับบุคคล 2 คนที่ต้องการสนทนากันทางโทรศัพท์ โดย Session Layer จะมีหน้าที่จัดการให้การสนทนาเป็นไปอย่างราบรื่น โดยการเฝ้า ตรวจสอบการไหลของข้อมูลอย่างเป็นจังหวะ ดูแลเรื่องความปลอดภัยเช่น ตรวจสอบอายุการใช้งานของรหัสผ่าน จำกัดช่วงระเวลาในการติดต่อ ควบคุมการถ่ายเทข้อมูลรวมถึงการกู้ข้อมูลที่เสียหายอันเกิดมาจากเครือข่ายทำงานผิดปกติ นอกจากนี้ยังสามารถตรวจดูการใช้งานของระบบและจัดทำบัญชีรายงานช่วงเวลาการใช้งานของผู้ใช้ได้

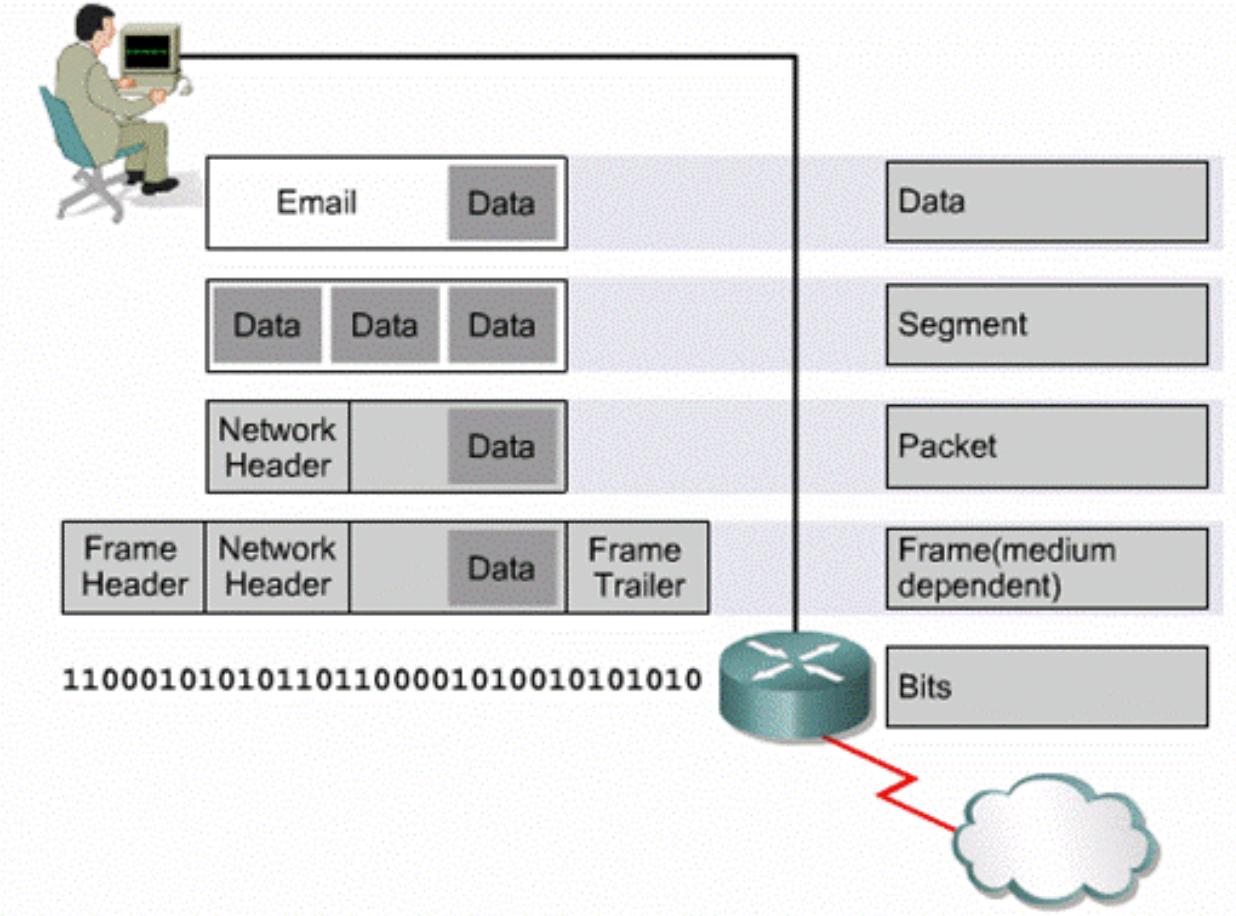
เลเยอร์ 6: Presentation Layer

หน้าที่หลักคือการแปลงรหัสข้อมูลที่ส่งระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ 2 เครื่องให้เป็นอักขระแบบเดียวกัน เครื่องคอมพิเตอร์ส่วนใหญ่จะใช้รหัส ASCII (American Standard Code for Information Interchange) แต่ในบางกรณีเครื่องที่ใช้รหัส ASCII อาจจะต้องสื่อสารกับเครื่องเมนเฟรมของ IBM ที่ใช้รหัส EBCDIC (Extended Binary Coded Decimal Interchange Code) ดังนั้น Presentation Layer จะทำหน้าที่แปลงรหัสเหล่านี้ให้เครื่องคอมพิวเตอร์เข้าใจได้ตรงกัน นอกจากนี้ยังสามารถทำการลดขนาดของข้อมูล (data compression) เพื่อเป็นการประหยัดเวลาในการรับส่ง และสามารถเข้ารหัสเพื่อเป็นการป้องกันการโจรกรรมข้อมูลได้อีกด้วย

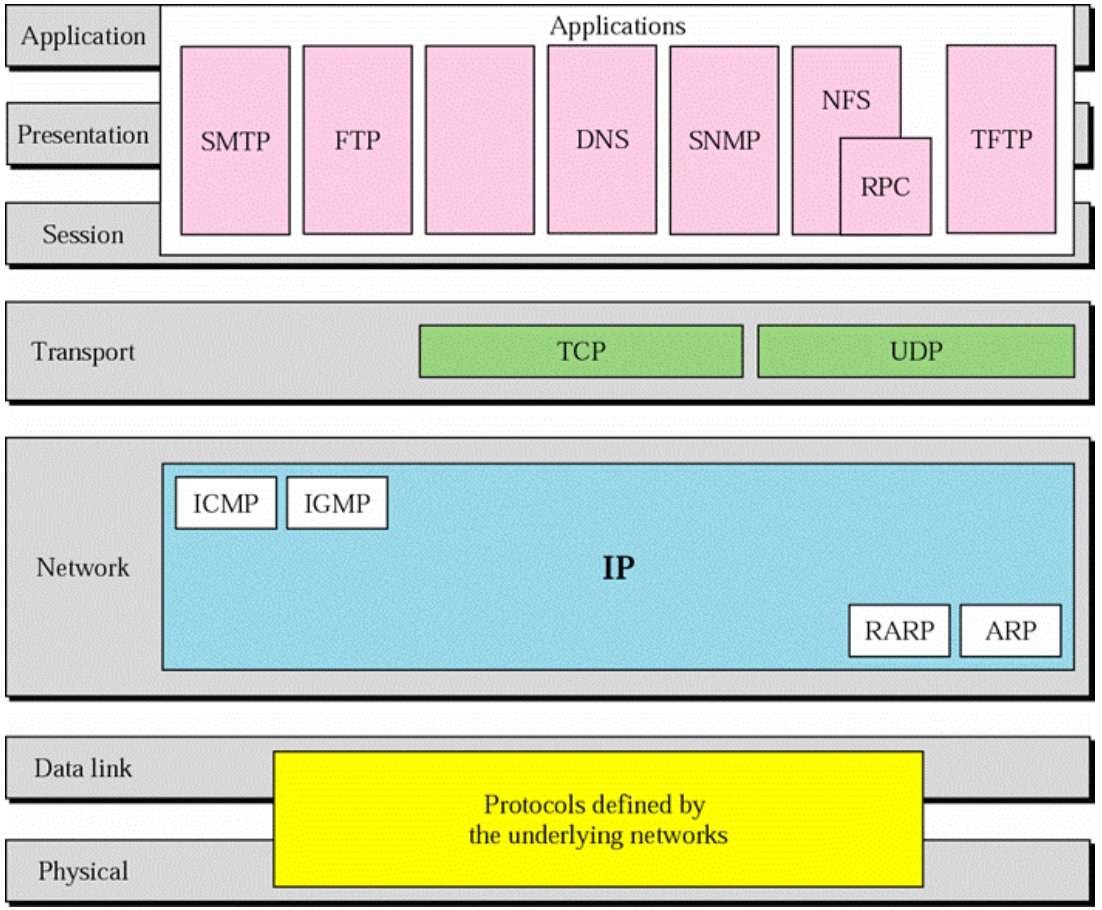
เลเยอร์ 7: Application Layer

เป็นเลเยอร์บนสุดที่ทำงานใกล้ชิดกับผู้ใช้ การทำงานของเลเยอร์นี้จะเกี่ยวข้องกับโปรโตคอลต่างๆ มากมาย ซึ่งจะมีการใช้งานที่เฉพาะตัวแตกต่างกันออกไป มีบริการทางด้านโปรแกรมประยุกต์ต่างๆ ได้แก่ email, file transfer, remote job entry, directory services นอกจากนี้ยังมีการจัดเตรียมฟังก์ชั่นในการเข้าถึงไฟล์และเครื่องพิมพ์ ซึ่งเป็นการแบ่งปันการใช้ทรัพยากรบนระบบเครือข่าย

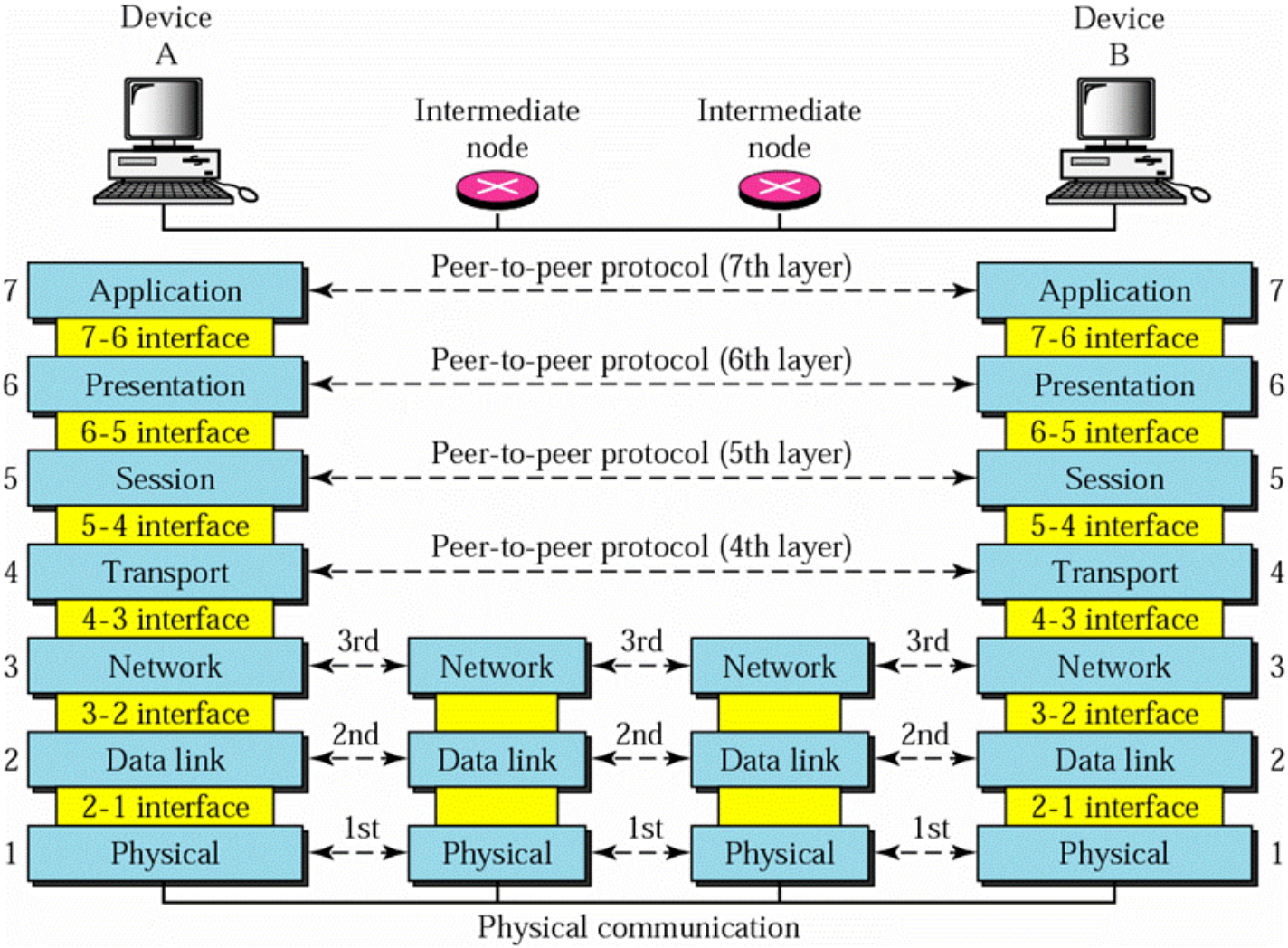

Destination
Source
Application
Presentation
Session
Transport
Network
Data Link
Physical
Data Stream
Data Stream
Data Stream
Data
Data
Data
Network Header
Data
Frame Header
Network Header
Data
Frame Trailer
1100010101011011000010100 1



รูปแสดงความสัมพันธ์ของ Layer กับ protocol ต่างๆ



รูปแสดงภาพรวมการติดต่อระหว่าง computer โดยใช้ OSI 7-Layer


Device A
Device B
Intermediate node
Intermediate node
Peer-to-peer protocol (7th layer)
Peer-to-peer protocol (6th layer)
Peer-to-peer protocol (5th layer)
Peer-to-peer protocol (4th layer)
7
Application
7-6 interface
6
Presentation
6-5 interface
5
Session
5-4 interface
4
Transport
4-3 interface
3
Network
3-2 interface
2
Data link
2-1 interface
1
Physical
3rd
2nd
1st
Physical communication