เอกสารประกอบการสอน

การประมวลผลบนคลาวด์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์.ดร.พรภวิษย์ บุญศรีเมือง

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

๒๕๖๖

2 สถาปัตยกรรมและมาตรฐาน (Architectures and Standards)

1 บทนำ

สถาปัตยกรรมเครือข่าย เลเยอร์ มาตรฐานและโปรโตคอล แนวคิดพื้นฐานของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ สิ่งแรกคือ การสื่อสารระหว่างโหนดเครือข่ายต้องการการดำเนินการอย่างแม่นยำของฟังก์ชันที่กำหนดไว้ล่วงหน้าจำนวนหนึ่ง ถ้าฟังก์ชันใดฟังก์ชันหนึ่งทำงานไม่ถูกต้อง โหนดจะเข้าใจผิดหรือไม่สามารถเข้าใจกันได้ ฟังก์ชันเหล่านี้สามารถจัดกลุ่มตามความคล้ายคลึงกันได้ สถาปัตยกรรมมาตรฐานในระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์เป็นเฟรมเวิร์กหลายชั้นและที่กำหนดฟังก์ชันที่เกี่ยวข้องกับเครือข่ายหลักอย่างกว้างๆ ที่จะดำเนินการในแต่ละเลเยอร์ ซึ่งการทำความเข้าใจบนพื้นฐานแนวคิดของฟังก์ชันเลเยอร์ทั่วไปที่จะดำเนินการภายในสถาปัตยกรรมมาตรฐาน มาตรฐานการปฏิบัติงานเฉพาะ โดยหลายโปรโตคอลเป็นโปรโตคอลที่จะถูกนำมาใช้ในแต่ละเลเยอร์เพื่อทำหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับเครือข่าย โครงสร้างแบบเลเยอร์ของสถาปัตยกรรมมาตรฐานให้ประโยชน์ที่แตกต่าง โดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงของซอฟต์แวร์ด้วยกระบวนการ PDU ฟังก์ชันหลักหลักของแอปพลิเคชัน การขนส่งอินเทอร์เน็ต ดาต้าลิงค์ และฟิสิคัลเลเยอร์ด้วยมาตรฐานหลักนั้นรวมถึงโปรโตคอลของแต่ละเลเยอร์ของโปรโตคอลเครือข่ายที่สำคัญ ได้แก่ IP และ Internet Control Message Protocol (ICMP) ที่ชั้นอินเทอร์เน็ต TCP และ User Datagram Protocol (UDP) ที่เลเยอร์การขนส่งและมี

ส่วนประกอบซอฟต์แวร์ ฮาร์ดแวร์ของโฮสต์ที่ใช้ฟังก์ชันเลเยอร์

2.2 สถาปัตยกรรมมาตรฐาน TCP/IP กับ OSI

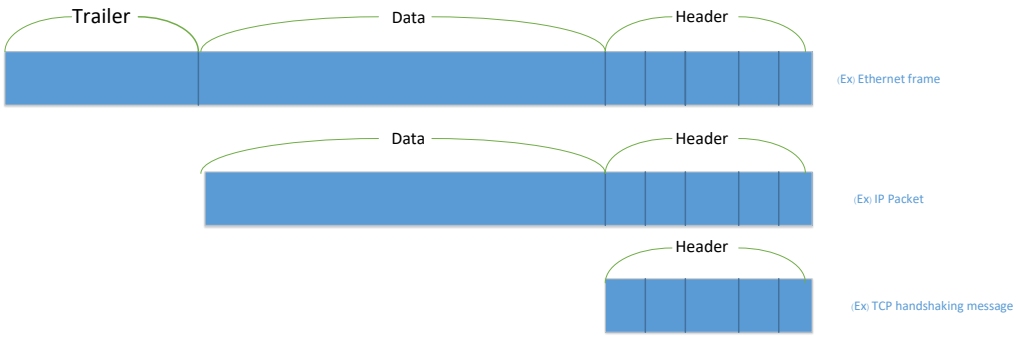
TCP/IP และ OSI เป็นสองสถาปัตยกรรมมาตรฐานที่โดดเด่น โดยที่ TCP/IP ใช้สำหรับอินเทอร์เน็ต Internet Engineering Task Force (IETF) มีหน้าที่รองรับในการสร้างสถาปัตยกรรม TCP/IP และมาตรฐานต่างๆ IETF ในฐานะเชื่อมต่อระหว่างประเทศของนักออกแบบเครือข่าย ผู้ดำเนินการ ผู้ขาย และนักวิจัย มีคณะทำงานหลายกลุ่มที่พัฒนาคำขอสำหรับความคิดเห็น (RFCs) ซึ่งเกี่ยวข้องกับ TCP/IP โดยเฉพาะ RFC บางส่วนกลายเป็นมาตรฐาน TCP/IP

OSI เป็นรูปแบบอ้างอิงอีกรูปแบบหนึ่งจาก International Organization for Standardization (ISO) ซึ่งเป็นหน่วยงานกำหนดมาตรฐานสากลที่เป็นตัวแทนขององค์กรมาตรฐานระดับชาติหลายแห่ง รวมทั้ง American National Standards Institute (ANSI) จากสหรัฐอเมริกา

ทั้งโมเดล TCP/IP และ OSI กำหนดฟังก์ชันเครือข่ายในแง่ของโครงสร้างหลายเลเยอร์ที่แตกต่างกันเล็กน้อยของทั้งสองโครงสร้าง โดยที่ TCP/IP กำหนดเลเยอร์การทำงานสี่เลเยอร์ และ OSI มีเจ็ดเลเยอร์ และ OSI ยังแบ่งฟังก์ชันเลเยอร์แอปพลิเคชันของ TCP/IP ออกเป็นเลเยอร์แอปพลิเคชัน การนำเสนอ และเซสชันและยังสังเกตได้ว่า OSI แยกเลเยอร์ซับเน็ตของ TCP/IP ออกเป็นดาต้าลิงค์และฟิสิคัลเลเยอร์

ในทางปฏิบัติ มาตรฐาน OSI และ TCP/IP ช่วยเสริมซึ่งกันและกันแทนที่จะแข่งขันกัน มาตรฐานที่เป็นที่นิยมของเลเยอร์แอปพลิเคชัน การขนส่ง และอินเทอร์เน็ต (หรือเครือข่าย) มาจาก TCP/IP และมาตรฐาน OSI จะควบคุมการเชื่อมโยงข้อมูลและเลเยอร์ทางกายภาพ ด้วยเหตุนี้ทำให้การใช้สถาปัตยกรรมแบบไฮบริด 5 เลเยอร์ที่ประกอบด้วยแอปพลิเคชัน การขนส่ง อินเทอร์เน็ต ดาต้าลิงก์และฟิสิคัลเลเยอร์ ซึ่งในแต่ละชั้นจะกำหนดฟังก์ชันเครือข่ายในการที่จะดำเนินการ และฟังก์ชันเหล่านี้จะถูกทำให้เป็นมาตรฐานอย่างเป็นทางการ บางเลเยอร์ เช่น แอปพลิเคชันและเลเยอร์ทางกายภาพที่มีมาตรฐานมากกว่าเลเยอร์อื่นๆ (เช่น อินเทอร์เน็ตและเลเยอร์การขนส่ง) มาตรฐานถูกนำมาใช้ในรูปแบบของซอฟต์แวร์หรือฮาร์ดแวร์เป็นต้นและมีโปรโตคอลมากมายที่ใช้ในซอฟต์แวร์ แต่ละโปรโตคอลประกอบด้วยกฎการสื่อสารโดยละเอียดจำนวนหนึ่งที่ต้องปฏิบัติตามโดยโหนดเครือข่ายเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูล Hypertext Transfer Protocol (HTTP) ในชั้นแอปพลิเคชัน TCP ในชั้นการขนส่ง และ IP ในชั้นอินเทอร์เน็ตเป็นโปรโตคอลที่รู้จักกันดี ฟิสิคัลเลเยอร์ประกอบด้วยมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับฮาร์ดแวร์จำนวนมาก แต่ไม่เรียกว่าโปรโตคอล

ตามที่ระบุไว้ คอมพิวเตอร์โฮสต์ควรทำหน้าที่เลเยอร์ทั้งหมด เลเยอร์ ยกเว้นเลเยอร์จริง จะสร้างหน่วยข้อความแยกกันที่เรียกว่า Protocol Data Unit เมื่อสองโฮสต์สื่อสารกัน PDU เป็นการเลือกรวมกันของฟิลด์ข้อมูล ส่วนหัวหรือตัวอย่าง ช่องข้อมูล มักเรียกว่าเพย์โหลด คือที่สำหรับวางข้อมูลผู้ใช้ เช่น อีเมล เสียง หรือวิดีโอ ในการขนส่งข้อมูลผู้ใช้ ควรรวมข้อมูลค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมไว้ในส่วนหัวและส่วนท้าย โปรโตคอล เช่น HTTP, TCP, IP ที่ทำงานบนเลเยอร์จะสร้าง PDU ในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งจากสามรูปแบบ PDU ที่มีส่วนหัว ช่องข้อมูล



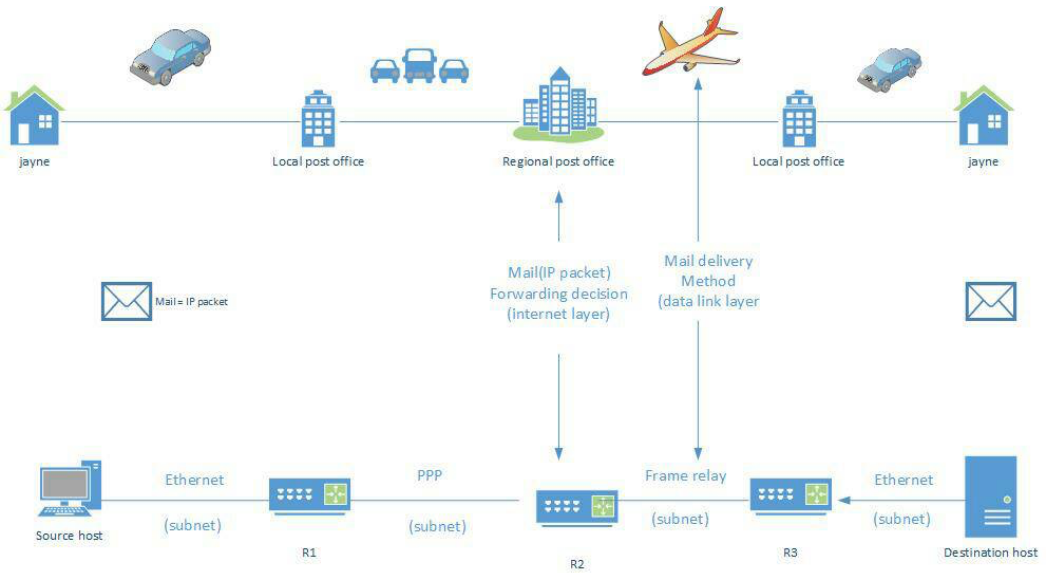
รูปที่ 2.1 รูปแบบของ PDUs

2.3 ฟังก์ชันเลเยอร์และการเปรียบเทียบ

ฟังก์ชันคีย์เลเยอร์นั้นในหลักของแต่ละชั้น เพื่อให้เห็นภาพบทบาทของแต่ละเลเยอร์ได้ง่ายขึ้น เมื่อมีการใช้สถานการณ์จริงที่มีการแลกเปลี่ยนจดหมายธุรกิจที่คล้ายแอปพลิเคชัน PDU หรือ APDU ระหว่าง ญาญ่า และ ณเดช ที่อาศัยอยู่ในเมืองห่างไกลสองเมือง

สมมติว่าสิ่งต่อไปนี้จะเกิดขึ้นตามลำดับ ญาญ่า เขียนจดหมายธุรกิจเป็นภาษาอังกฤษ

ก่อนส่งจดหมาย ญาญ่า โทรหา ณเดช เพื่อบอกว่าจดหมายธุรกิจจะถูกส่งทางไปรษณีย์และขอให้ณเดชโทรกลับเพื่อรับทราบว่าตกลงที่จะยืนยันการรับจดหมายถูกผนึกอยู่ในซองที่มีที่อยู่ทางไปรษณีย์ของญาญ่าและณเดชและใส่ในกล่องจดหมาย



รูปที่ 2.2 การเปรียบเทียบฟังก์ชันเลเยอร์ในชีวิตจริง

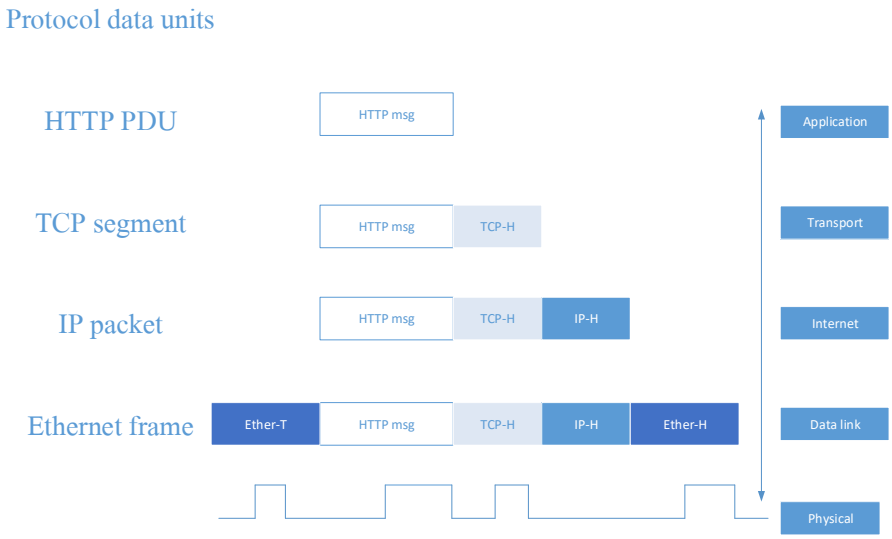
จดหมายของญาญ่าถูกส่งไปยังที่ทำการไปรษณีย์ท้องถิ่นโดยรถของบุรุษไปรษณีย์ ที่สำนักงานท้องถิ่น จดหมายจะถูกคัดแยกตามที่อยู่ปลายทางและส่งไปยังที่ทำการไปรษณีย์ภูมิภาคด้วยรถบรรทุกไปรษณีย์ที่ใหญ่กว่า การจัดเรียงแบบเดียวกันซ้ำสองสามครั้งก่อนที่จดหมายจะไปถึงณเดช เขียนจดหมายธุรกิจเป็นภาษาอังกฤษ

ก่อนส่งจดหมาย ญาญ่า โทรหา ณเดช เพื่อบอกว่าจดหมายธุรกิจจะถูกส่งทางไปรษณีย์และขอให้ ณเดช โทรกลับเพื่อรับทราบ ไบรอันตกลงที่จะยืนยันการรับ จดหมายถูกผนึกอยู่ในซองที่มีที่อยู่ทางไปรษณีย์ของ ณเดช และ ญาญ่า และใส่ในกล่องจดหมาย

จดหมายของ ญาญ่า ถูกส่งไปยังที่ทำการไปรษณีย์ท้องถิ่นโดยรถของบุรุษไปรษณีย์ ที่สำนักงานท้องถิ่น จดหมายจะถูกคัดแยกตามที่อยู่ปลายทางและส่งไปยังที่ทำการไปรษณีย์ภูมิภาคด้วยรถบรรทุกไปรษณีย์ที่ใหญ่กว่า การจัดเรียงแบบเดียวกันซ้ำสองสามครั้งก่อนที่จดหมายจะไปถึงที่ทำการไปรษณีย์ท้องถิ่นของปลายทางที่ที่ทำการไปรษณีย์ท้องถิ่น ผู้ให้บริการนำส่งจดหมายของญาญ่า ให้กับ ณเดช ในรถส่งของในสถานการณ์ดังกล่าว มีความเท่าเทียมกันระหว่างกระบวนการจัดส่งจดหมายของ ญาญ่า และของแพ็กเก็ต IP นั่นเอง

2.4 การประมวลผลเลเยอร์

ตามที่ระบุไว้แต่ละเลเยอร์ยกเว้นเลเยอร์จริง สร้าง PDU ของตัวเอง และแต่ละเลเยอร์จะถูกส่งต่อไปยังเลเยอร์บนหรือล่างเพื่อกลายเป็น PDU อื่น โดยที่เลเยอร์ข้างเคียงและมาตรฐานควรทำงานร่วมกันเพื่อส่งข้อมูลให้สำเร็จ การส่งผ่าน PDUs ระหว่างเลเยอร์ที่อยู่ใกล้เคียงกัน 2 ชั้นทำให้เกิดการห่อหุ้มและการคลายการห่อหุ้มซ้ำอย่างต่อเนื่อง เมื่อใดก็ตามที่ทำการห่อหุ้มบน PDU ที่ลงมาจากเลเยอร์บน PDU ใหม่จะถูกสร้างขึ้นเช่น แพ็กเก็ตกลายเป็นเฟรม เมื่อใดก็ตามที่ทำการแยกการห่อหุ้มบน PDU ที่มาจากเลเยอร์ที่ต่ำกว่า PDU ใหม่จะถูกสร้างขึ้น เช่น เฟรมกลายเป็นแพ็กเก็ต



รูปที่ 2.3 การห่อหุ้มด้วย PDU

ดังนั้นการผลิต APDU จะกระตุ้นการสร้างเลเยอร์ PDU ของการขนส่ง อินเทอร์เน็ต และดาต้าลิงก์อย่างต่อเนื่อง รูปที่ 2.3 แสดงสถานการณ์ที่ข้อความร้องขอถูกสร้างขึ้นโดยเว็บเบราว์เซอร์ของโฮสต์ต้นทางและประมวลผลผ่านเลเยอร์เพื่อเข้าถึงโปรแกรมเว็บเซิร์ฟเวอร์เป้าหมายของโฮสต์ปลายทางในท้ายที่สุด:

ชั้นแอปพลิเคชัน คำขอ HTTP ในฐานะ APDU ถูกสร้างขึ้นในชั้นแอปพลิเคชัน จากนั้น APDU จะถูกส่งต่อไปยังเลเยอร์การขนส่ง

ชั้นการขนส่ง สำหรับการห่อหุ้ม ส่วนหัว TCP จะถูกเพิ่มไปยัง APDU และเอนทิตีใหม่จะกลายเป็น PDU อื่น ซึ่งเป็นเซ็กเมนต์จากนั้น TCP เซ็กเมนต์จะถูกย้ายไปยังเลเยอร์อินเทอร์เน็ต

เลเยอร์อินเทอร์เน็ต ส่วน TCP ถูกเพิ่มโดยส่วนหัวของ IP เป็นอีกรูปแบบหนึ่งของการห่อหุ้ม ส่งผลให้เกิด PDU ใหม่ซึ่งจะเป็นแพ็กเก็ต IP จากนั้นแพ็กเก็ตจะถูกส่งต่อไปยังเลเยอร์ลิงค์ข้อมูล

ชั้นการเชื่อมโยงข้อมูล: แพ็กเก็ต IP กลายเป็นดาต้าลิงค์ PDU ซึ่งจะเป็นเฟรม เมื่อมีการเพิ่มส่วนหัวของดาต้าลิงค์และส่วนท้ายก่อนและหลังแพ็กเก็ตเป็นกระบวนการห่อหุ้มอื่น ไม่เหมือนกับ PDU ชั้นบนที่มีเฉพาะส่วนหัว โดยทั่วไป data link frames จะมีทั้งส่วนหัวและส่วนท้าย

เนื่องจากการเชื่อมโยงข้อมูลเป็นชั้นสุดท้ายที่สร้าง PDU ก่อนที่ชั้นกายภาพจะถูกปล่อย ดังนั้น PDU จึงต้องการตัวบ่งชี้ขอบเขต

เลเยอร์กายภาพ: เฟรม ซึ่งจะยังอยู่ในรูปของ 0 และ 1 ที่ลงมาจากดาต้าลิงค์เลเยอร์จะถูกเข้ารหัสเป็นอิเล็กทรอนิกส์ แสง หรือวิทยุส่งสัญญาณและปล่อยไปยังเครือข่ายไร้สายหรือใช้สายเพื่อแผ่กระจายคลื่น

เมื่อข้อมูลมาถึงโฮสต์ปลายทาง กระบวนการย้อนกลับและถอดรหัสจะเกิดขึ้น ซึ่งส่วนหัวและส่วนท้ายใน PDU ของแต่ละเลเยอร์จะถูกลบออก และส่วนที่เหลือ เช่น เพย์โหลดก็จะถูกผลักขึ้นไปยังชั้นบนสุดถัดไป จึงส่งผลให้จากการยกเลิกการห่อหุ้มซ้ำๆ โปรแกรมเว็บเซิร์ฟเวอร์ที่ทำงานบนชั้นแอปพลิเคชันจะได้รับเฉพาะข้อความคำขอดั้งเดิมของเบราว์เซอร์

2.5 แอปพลิเคชันเลเยอร์ เลเยอร์ 5

ในเลเยอร์นี้เป็นตามการป้อนข้อมูลของผู้ใช้ เช่น การคลิกเมาส์ โปรแกรมไคลเอนต์และเซิร์ฟเวอร์ที่ติดตั้งบนคอมพิวเตอร์โฮสต์จะแลกเปลี่ยนข้อมูลโดยใช้โปรโตคอลการสื่อสารในตัว ตัวอย่างเช่น Simple Mail Transfer Protocol (SMTP) เป็นโปรโตคอลยอดนิยมในการแลกเปลี่ยนอีเมลระหว่างแอปพลิเคชันไคลเอนต์ เช่น MS Outlook และเซิร์ฟเวอร์ เช่น MS Exchange หรืออย่างเช่นเมื่อ เว็บเบราว์เซอร์ เช่น Firefox, Chrome เป็นโปรแกรมไคลเอ็นต์และสื่อสารกับโปรแกรมเว็บเซิร์ฟเวอร์ เช่น Microsoft IIS, Apache ผ่านโปรโตคอล HTTP หรือ HTTPS เพื่อดาวน์โหลดหน้าเว็บ

2.6 ชั้นการขนส่ง ชั้นที่ 4

เมื่อ PDU ลงมาจากเลเยอร์แอปพลิเคชัน เลเยอร์การขนส่งจะเริ่มทำงานทันทีเพื่อสร้าง PDU ของตัวเองตาม APDU เพื่อดำเนินการงานที่กำหนดไว้ล่วงหน้า กล่าวอย่างกว้างๆ ความรับผิดชอบหลักของเลเยอร์นี้คือการสร้างการเชื่อมต่อแบบ end-to-end แบบ "เชิงตรรกะ"หรือการจับมือและร่วมกันระหว่างสองโฮสต์และรักษา "ความน่าเชื่อถือ" ของการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันตามที่เกี่ยวข้อง เลเยอร์นี้มีหน้าที่สามประการ คือ

(1) การให้ความสมบูรณ์ของข้อมูล

(2) การจัดการเซสชัน

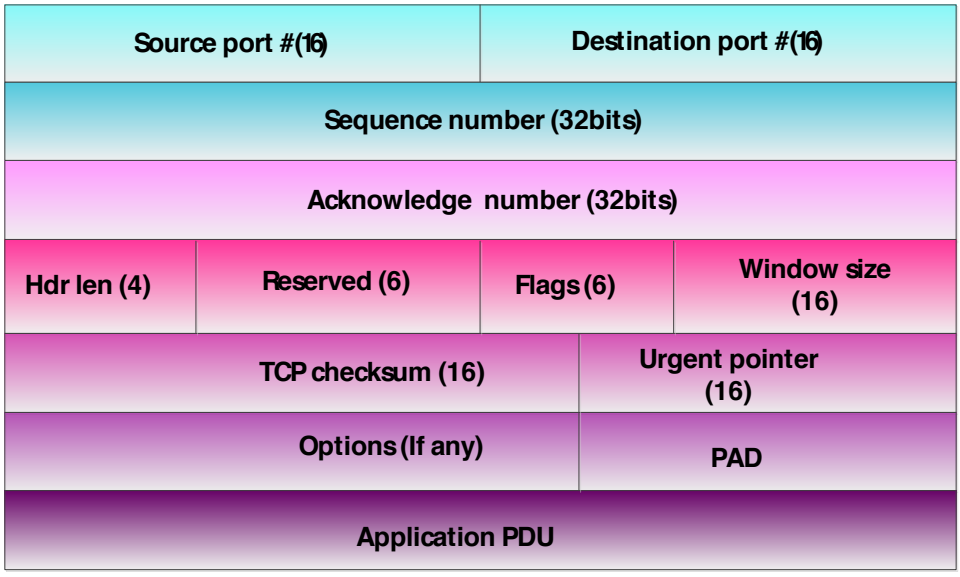
(3) การจัดการพอร์ต

TCP และ UDP ใช้ฟังก์ชัน TCP รับผิดชอบ (1) และ (2) และ (3) ดำเนินการโดยทั้ง TCP และ UDP

ชั้นการขนส่งมีหน้าที่รับผิดชอบในการรักษาความสมบูรณ์ของ APDU ที่แลกเปลี่ยนระหว่างสถานีปลายทางและทำได้โดยสองกลไกที่แตกต่างกันที่มีให้ผ่าน TCP: การควบคุมข้อผิดพลาดและการควบคุมการไหลของข้อมูล

การควบคุมข้อผิดพลาด

การควบคุมข้อผิดพลาดมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจหาและแก้ไขข้อผิดพลาดในการส่งข้อมูล เช่น การเปลี่ยนแปลงหรือการสูญหายของข้อมูล TCP ใช้การรับทราบเพื่อควบคุมข้อผิดพลาด เมื่อสถานีโฮสต์ที่ได้รับ APDU ที่ปราศจากข้อผิดพลาดจะส่งคืนการตอบรับไปยังผู้ส่ง หากไม่มีการตอบรับจากโฮสต์ปลายทาง โฮสต์ต้นทางจะส่ง APDU อีกครั้งโดยสันนิษฐานว่ามีข้อผิดพลาดในการส่ง โดยมีกลไกที่แท้จริงของการควบคุมข้อผิดพลาดตามการตอบรับจะซับซ้อนกว่า



รูปที่ 2.4 ส่วนของ TCP โดยแต่ละแถวแทน 32 บิต

การควบคุมการไหล

ตัวควบคุมการไหลใช้เพื่อควบคุมความเร็วในการส่งข้อมูลระหว่างสองโฮสต์ที่มีส่วนร่วมซึ่งมีความสามารถในการประมวลผลต่างกัน เพื่อให้ฝ่ายหนึ่งไม่ถูกครอบงำโดยการโจมตีการส่งสัญญาณของอีกฝ่าย กลไกหลักของการควบคุมโฟลว์คือผ่านช่องขนาดหน้าต่าง ดังรูปที่ 2.4 ซึ่งฝ่ายหนึ่งจะบอกอีกฝ่ายหนึ่งว่าสามารถส่งข้อมูลได้กี่ไบต์ โดยไม่ได้รับการตอบรับและหากเมื่อส่งถึง 0 ผู้ส่งควรหยุดการส่งข้อมูลจนกว่าจะมีการตอบรับจากโหนดผู้รับ การตอบรับจะส่งผลให้เกิดการขยายขนาดหน้าต่าง ซึ่งช่วยให้โฮสต์ผู้ส่งสามารถดำเนินการส่งข้อมูลต่อได้ ซึ่งบอกได้ว่าโฮสต์ผู้รับสามารถระงับการตอบรับโดยเจตนาเพื่อทำให้การไหลของข้อมูลช้าลง

TCP และความสมบูรณ์ของข้อมูล

TCP กำหนดทั้งการควบคุมข้อผิดพลาดและการควบคุมโฟลว์ระหว่างสองโฮสต์ ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับแอปพลิเคชันที่ผู้ใช้ต้องการแลกเปลี่ยนไฟล์ขนาดใหญ่และในบรรดาโปรโตคอลชั้นแอปพลิเคชันที่ใช้ TCP ได้แก่ SMTP โปรโตคอลการถ่ายโอนไฟล์FTPและ HTTP ดังนั้น TCP จึงถูกเรียกว่าเป็นโปรโตคอลที่เชื่อถือได้เนื่องจากใช้การรับทราบเพื่อปรับปรุงความน่าเชื่อถือของการสื่อสารระหว่างโฮสต์ โดยที่การได้รับความน่าเชื่อถือดังกล่าวนั้นมีสิมีความสำคัญเนื่องจาก (1) ภาระกระบวนการสำหรับโฮสต์ปลายทางในการสร้างการรับทราบ และ (2) การใช้ความจุเครือข่ายเพิ่มเติมเพื่อส่งมอบ

ตามที่ระบุไว้ก่อนหน้านี้ PDU ที่สร้างขึ้นโดย TCP เรียกว่าเซ็กเมนต์ รูปที่ 2.4 แสดงฟิลด์ส่วนหัวของส่วน เซ็กเมนต์เกิดขึ้นเมื่อ APDU ลงมาที่เลเยอร์การขนส่งและต่อท้ายด้วยส่วนหัวของ TCP สำหรับสิ่งนี้ APDU จะอยู่ในฟิลด์ข้อมูลหรือเพย์โหลดของเซ็กเมนต์ผลลัพธ์ ซึ่งเป็นกระบวนการห่อหุ้มข้อมูลที่มีความแตกต่างจากเซกเมนต์ทั่วไปที่มีทั้งส่วนหัวและฟิลด์ข้อมูล นอกจากนี้ยังมีเซกเมนต์ที่มีเฉพาะการตอบรับเท่านั้น ส่วนนั้นมีส่วนหัว แต่ไม่มีฟิลด์ข้อมูล เนื่องจากข้อมูลการตอบรับอยู่ในส่วนหัวและการสิ้นสุดเซสชัน

Checksum ใช้สำหรับตรวจหาข้อผิดพลาดในการส่งที่เป็นไปได้ภายในเซกเมนต์ เช่น การตรวจจับข้อผิดพลาด

UDP และความสมบูรณ์ของข้อมูล

UDP เป็นอีกหนึ่งโปรโตคอลเลเยอร์การขนส่งซึ่งเป็นทางเลือกแทน TCP ข้อกังวลหลักของ UDP คือไม่รักษาความสมบูรณ์และความน่าเชื่อถือของข้อมูลชั้นแอปพลิเคชันเหมือนที่ TCP ทำ ดังนั้น UDP จึงเป็นโปรโตคอลที่ไม่น่าเชื่อถือซึ่งไม่มีการควบคุมโฟลว์และการควบคุมข้อผิดพลาด เนื่องจากไม่มีคุณสมบัติด้านความน่าเชื่อถือ UDP จึงลดภาระงานของโฮสต์ต้นทางและปลายทางได้อย่างมาก และยังไม่เป็นภาระเครือข่ายด้วยการรับส่งข้อมูล ซึ่งประสิทธิภาพนี้ทำให้ UDP เป็นโปรโตคอลการขนส่งในอุดมคติสำหรับข้อมูลตามเวลาจริงที่ผลิตโดยแอปพลิเคชันต่างๆ เช่น วอยซ์โอเวอร์ไอพี (VoIP), การประชุมทางวิดีโอ, เกมออนไลน์ และการสตรีมมัลติมีเดีย แอปพลิเคชันเหล่านี้ไม่สามารถทนต่อความล่าช้าที่เกิดจากการจับมือกันของ TCP และการหลีกเลี่ยงเวลาแฝงมีความสำคัญมากกว่าการรักษาความสมบูรณ์ของข้อมูลที่แลกเปลี่ยน นอกจากนี้ โปรโตคอลแอปพลิเคชันบางตัว เช่น DNS และ DHCP อาศัย UDP ในการส่งข้อความ เนื่องจากการควบคุมข้อผิดพลาดและการควบคุมโฟลว์ไม่จำเป็นเช่นเดียวกับ UDP

การมีเซสชันเทียบกับไม่มีเซสชัน

เมื่อสองโฮสต์พยายามแลกเปลี่ยนข้อมูลเลเยอร์ของแอปพลิเคชันผ่านเครือข่าย มีสองตัวเลือกที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับประเภทของแอปพลิเคชัน การจับมือกันสำหรับการจัดตั้งเซสชันควรกระทำระหว่างสองโฮสต์ก่อนการแลกเปลี่ยนข้อมูล เป็นการแสดงข้อตกลงร่วมกันในการแลกเปลี่ยนข้อมูล

โดยที่โฮสต์ต้นทางสามารถส่งข้อมูลไปยังโฮสต์ปลายทางได้โดยไม่ต้องจับมือกัน ในโหมดนี้แหล่งข้อมูลไม่จำเป็นต้องขอการอนุญาตหรือข้อตกลงจากคู่การสื่อสารก่อนที่จะเผยแพร่ข้อมูล

เมื่อต้องการจับมือกันระหว่างสองโฮสต์ จะใช้ TCP เนื่องจากสร้างเซสชันผ่านการจับมือกันก่อนที่จะแลกเปลี่ยนข้อมูลแอปพลิเคชัน TCP จึงกลายเป็นโปรโตคอลที่เน้นการเชื่อมต่อ ในขณะเดียวกัน UDP เป็นโปรโตคอลที่ไม่มีการเชื่อมต่อเนื่องจากข้อมูลเลเยอร์ของแอปพลิเคชันที่ใช้ UDP จะถูกส่งโดยไม่ต้องมีกระบวนการจับมืออย่างเป็นทางการระหว่างโฮสต์ โดยสรุป TCP เป็นโปรโตคอลที่เน้นการเชื่อมต่อและเชื่อถือได้ ในขณะที่ UDP เป็นโปรโตคอลที่ไม่เชื่อมต่อและไม่น่าเชื่อถือ

การจัดการเซสชันโดย TCP

สำหรับการจัดการเซสชัน ฟิลด์ Flags ของส่วนหัว TCP ประกอบด้วยบิต SYN, ACK และ FIN: SYN สำหรับการจับมือกันครั้งแรก ACK สำหรับการรับทราบ และ FIN สำหรับการยุติเซสชัน โดยตั้งค่าแต่ละบิตของฟิลด์ทั้งสาม

1.การจัดตั้งเซสชั่นผ่านการจับมือกันสามทาง: SYN ⟶ SYN + ACK ⟶ ACK

2.การแลกเปลี่ยนข้อมูลชั้นแอปพลิเคชัน เช่น หน้าเว็บ

3.การสิ้นสุดเซสชันผ่านการติดต่อสี่ทาง: FIN ⟶ ACK ⟶ FIN ⟶ ACK”

การจัดการพอร์ต

ฟังก์ชันเลเยอร์การขนส่งที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือการจัดการพอร์ต ซึ่งต้องระวัง พอร์ตที่นี่ไม่เกี่ยวข้องกับสวิตช์จริงหรือพอร์ตเราเตอร์ TCP และ UDP ระบุ "แอปพลิเคชัน" ผ่านหมายเลขพอร์ต 16 บิตที่ไม่ซ้ำกันซึ่งอยู่ในช่วงตั้งแต่ 0 ถึง 65535 ตัวอย่างเช่น เมื่อ TCP Segment ที่มาถึงโฮสต์มี 80 ในช่องพอร์ตปลายทาง ซึ่งจะถูกส่งต่อไปยังแอปพลิเคชันเซิร์ฟเวอร์ HTTP ของโฮสต์

2.7 อินเทอร์เน็ตเลเยอร์ เลเยอร์ 3

เมื่อได้รับ PDU ชั้นการขนส่ง เช่น TCP เซ็กเมนต์หรือ UDP datagram ชั้นอินเทอร์เน็ตจะทำหน้าที่ของตัวเองทันที เลเยอร์นี้ดำเนินการฟังก์ชันระหว่างเครือข่าย คือการสร้างแพ็กเก็ต IP และการตัดสินใจกำหนดเส้นทางจากเครือข่ายย่อยหนึ่งไปยังอีกเครือข่ายย่อยที่อ้างอิงถึงที่อยู่ IP ปลายทาง ดังนั้น การกำหนดเส้นทางของแพ็กเก็ตจึงถือว่ามีเส้นทางการจัดส่งหลายเส้นทางระหว่างโฮสต์ต้นทางและปลายทาง เพื่อสนับสนุนเครือข่ายระหว่างกัน ชั้นอินเทอร์เน็ตมีหน้าที่รับผิดชอบ:

การสร้างแพ็กเก็ต IP และการตัดสินใจกำหนดเส้นทาง

ทำหน้าที่ควบคุมดูแลอื่นๆ

การสร้างแพ็คเก็ตและการกำหนดเส้นทาง

ความรับผิดชอบหลักของเลเยอร์อินเทอร์เน็ตคือการพัฒนาแพ็กเก็ต IP ที่มีข้อมูลแอปพลิเคชันและกำหนดเส้นทางไปยังปลายทางผ่านเครือข่ายย่อยหลายเครือข่าย

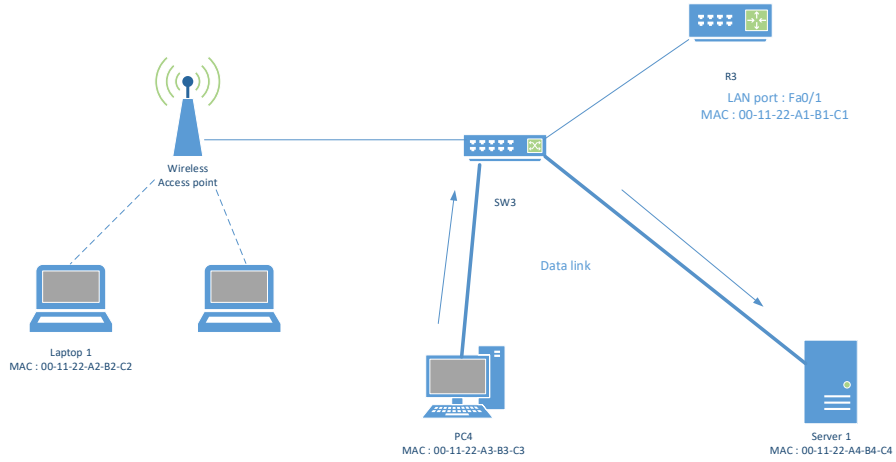
การสร้างแพ็กเก็ต: แพ็กเก็ตมีโครงสร้างที่กำหนดไว้ล่วงหน้า รวมถึงฟิลด์ข้อมูลหรือเพย์โหลดและส่วนหัว ของการตัดสินใจกำหนดเส้นทางแพ็คเก็ต: สมมติว่ามีเส้นทางการจัดส่งหลายเส้นทางระหว่างโฮสต์ต้นทางและปลายทางของแพ็กเก็ต IP เลเยอร์นี้จะทำการตัดสินใจส่งต่อจากเครือข่ายย่อยหนึ่งไปยังอีกเครือข่ายย่อย เพื่อให้แพ็กเก็ตสามารถเข้าถึงโฮสต์ปลายทางได้ในที่สุด

- เวอร์ชั่น 4 (0100 เสมอ):จะใช้ IPv4 เพื่อสร้างแพ็กเก็ตความยาวส่วนหัว (4 บิต): ระบุขนาดส่วนหัว
- DiffServ (8 บิต): ระบุลำดับความสำคัญหรือความเร่งด่วนของแพ็กเก็ต ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อให้คุณภาพของบริการเครือข่าย (QoS)
- ความยาวรวมใน Octets (16 บิต): บอกขนาดของแพ็กเก็ตทั้งหมดการระบุตัวตน (16 บิต): ระบุส่วนของแพ็กเก็ต IP หากแยกออกเป็นชิ้นเล็กๆ ก่อนการขนส่ง ทุกวันนี้โหนดโฮสต์จะหลีกเลี่ยงการแยกส่วนของแพ็กเก็ต IP ในระหว่างกระบวนการเจรจาต่อรองเริ่มต้น ดังนั้นการใช้ฟิลด์นี้จึงถูกจำกัด
- Time to live (TTL) (8 บิต): ในฐานะตัวนับ เช่น 64 ถูกกำหนดโดยระบบปฏิบัติการของโฮสต์ต้นทางเพื่อระบุจำนวนเราเตอร์สูงสุดที่แพ็กเก็ตสามารถผ่านได้ก่อนที่จะถึงโฮสต์ปลายทาง เมื่อใดก็ตามที่แพ็กเก็ตส่งต่อโดยเราเตอร์ เราเตอร์จะลดค่า TTL ของแพ็กเก็ตลง 1 ถ้าแพ็คเก็ตยังคงไปไม่ถึงเครือข่ายปลายทางเมื่อตัวนับ TTL กลายเป็น 0 เราเตอร์จะลบมันออกเพื่อป้องกันไม่ให้ “สูญหาย” ในโลกไซเบอร์โปรโตคอลในฟิลด์ข้อมูล (8 บิต): ระบุประเภทของ PDU ที่อยู่ในฟิลด์ข้อมูลของแพ็คเก็ต IP ตัวอย่างเช่น ICMP = 1, TCP = 6 และ UDP = 17
- การตรวจสอบส่วนหัว (16 บิต): ฟิลด์นี้ใช้สำหรับตรวจหาข้อผิดพลาดในส่วนหัว เช่น บิตที่เปลี่ยนแปลง แพ็กเก็ต IP ใดๆ ที่มีบิตข้อผิดพลาดในส่วนหัวควรถูกลบออก เนื่องจากอาจส่งผลต่อประสิทธิภาพเครือข่าย เช่น ทำให้เราเตอร์สับสน และในการกู้คืนแพ็กเก็ตที่ถูกทิ้งจะได้รับการจัดการโดย TCP ของเลเยอร์การขนส่งที่อยู่ IP ต้นทางและปลายทาง อย่างละ 32 บิต ฟิลด์ประกอบด้วยข้อมูลที่อยู่ IP แบบ 32 บิตที่จำเป็นสำหรับการส่งต่อแพ็ค

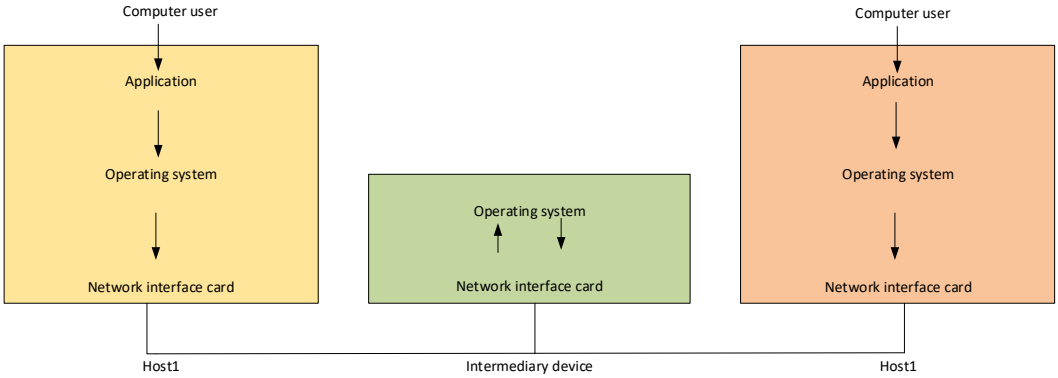
การปฏิบัติหน้าที่กำกับดูแล

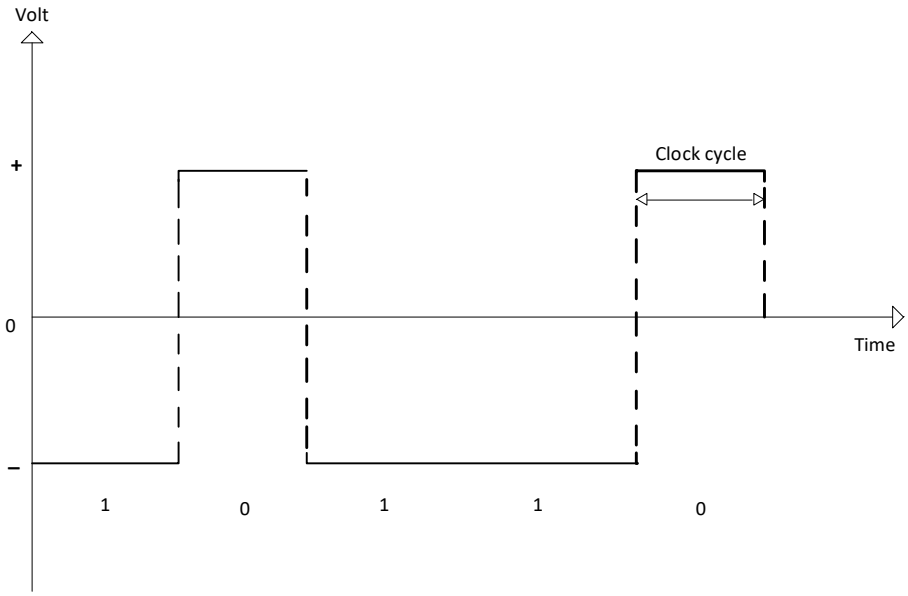
ชั้นอินเทอร์เน็ตยังทำหน้าที่ควบคุมเพิ่มเติม ICMP เป็นโปรโตคอลที่ออกแบบมาเพื่อแลกเปลี่ยนแพ็กเก็ตการกำกับดูแลในเลเยอร์นี้ ICMP มีการใช้งานที่แตกต่างกันมากมาย รวมถึงการวินิจฉัยการเชื่อมต่อระหว่างโหนดเครือข่ายสองโหนดและการรายงานข้อผิดพลาดในการส่งข้อมูล เช่น ไม่สามารถเข้าถึงโฮสต์เป้าหมาย กลับไปยังแหล่งข้อมูล ICMP สร้าง PDU ของตัวเองที่ส่งไปยังโหนดปลายทางภายในฟิลด์ข้อมูลของแพ็กเก็ต IP เพื่อดำเนินการตามที่ตั้งใจไว้ ประเภท รหัส และผลรวมเป็นสามฟิลด์ทั่วไปที่รวมอยู่ใน PDU ของ ICMP ทั้งหมด และสิ่งที่อยู่ในฟิลด์อื่น ๆ จะอยู่ในฟิลด์ประเภท ค่า Type ระบุฟังก์ชันการควบคุมของ ICMP PDU เฉพาะ ในกลุ่มที่ใช้มากได้แก่ 0 การตอบกลับด้วยเสียงสะท้อน 3 ปลายทางไม่สามารถเข้าถึงได้ และ 8 คำขอเสียงสะท้อน

ค่ารหัสให้ข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับค่าประเภท ตัวอย่างเช่น หากค่า Type คือ 3 ปลายทางไม่สามารถเข้าถึงได้ ค่า Code จะอธิบายเหตุผล คือ Checksum เป็นรหัสการตรวจจับข้อผิดพลาดที่คำนวณผ่าน ICMP PDU ทั้งหมด



รูปที่ 2.5 การใช้ที่อยู่ MAC สำหรับเครือข่ายภายใน





รูปที่ 2.6 ส่วนประกอบฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ของโหนดเครือข่าย

รูปที่ 2.7 ภาพประกอบของการส่งสัญญาณ

สรุปบทที่ 2

สถาปัตยกรรมเครือข่ายมาตรฐานแสดงถึงเฟรมเวิร์กที่กำหนดฟังก์ชันเครือข่ายหลักที่จำเป็นอย่างกว้างๆ ในโครงสร้างหลายชั้นได้แก่ OSI และ TCP/IP โดยที่โปรโตคอลจะเป็นมาตรฐานที่ระบุกฎเกณฑ์ของการสื่อสารระหว่างโปรแกรมซอฟต์แวร์ เช่น รูปแบบของข้อความและความหมายที่ต้องการตีความข้อความสำหรับโปรโตคอล และ PDU เป็นหน่วยข้อความแยกที่สร้างขึ้นในแต่ละชั้นยกเว้นชั้นกายภาพ PDU ของดาต้าลิงก์ อินเทอร์เน็ต และเลเยอร์การขนส่งเรียกว่าเฟรม แพ็กเก็ต และเซ็กเมนต์ ดาตาแกรม ตามลำดับ และในชั้นแอปพลิเคชัน โปรแกรมไคลเอนต์และเซิร์ฟเวอร์ที่ติดตั้งบนคอมพิวเตอร์โฮสต์จะแลกเปลี่ยนข้อมูล ข้อความโดยใช้โปรโตคอลในตัว โดยที่ชั้นการขนส่งมีหน้าที่รับผิดชอบสามประการ:คือ การจัดหาความสมบูรณ์ของข้อมูล การจัดการเซสชัน และการจัดการพอร์ต ส่วนเลเยอร์อินเทอร์เน็ตหรือเครือข่ายจะหน้าที่รับผิดชอบในการเชื่อมต่อเครือข่าย สำหรับสิ่งนี้จะสร้างแพ็กเก็ต IP และดำเนินการกำหนดเส้นทางผ่านเครือข่ายย่อยที่มีเราเตอร์ตั้งแต่หนึ่งตัวขึ้นไปเชื่อมต่อกัน การกำหนดเส้นทางของแพ็กเก็ตจะถือว่ามีเส้นทางการจัดส่งหลายเส้นทางระหว่างโฮสต์ที่สื่อสารกันสองโฮสต์และชั้นการเชื่อมโยงข้อมูลขนส่งแพ็กเก็ต IP ระหว่างสองโหนดใดๆ ภายในเครือข่ายย่อย ซึ่งเรียกอีกอย่างว่าเครือข่ายภายใน ฟิสิคัลเลเยอร์มีหน้าที่ขนส่งเฟรมของเลเยอร์ลิงก์ข้อมูลในรูปแบบของสัญญาณอิเล็กทรอนิกส์ วิทยุ หรือแสงผ่านสื่อแบบมีสาย เช่น สายทองแดง หรือไร้สาย เช่น บรรยากาศและโปรโตคอลชั้นแอปพลิเคชันถูกสร้างขึ้นในโปรแกรมไคลเอนต์และเซิร์ฟเวอร์ ฟังก์ชันเลเยอร์การขนส่งและอินเทอร์เน็ตฝังอยู่ในระบบปฏิบัติการ ฟังก์ชันดาต้าลิงค์และฟิสิคัลเลเยอร์ได้รับการจัดการโดย NIC